


THE UNIVERSITY OF MICHIGAN
LIBRARIES
1817





Die

naturgesetzlichen Grundlagen

des

Ackerbaues

nebst

deren Bedeutung für die Praxis.

Von

Dr. Emil Wolff

Professor an der Königl. Akademie für Land- und Forstwirthe zu Hohenheim.

Dritte umgearbeitete und sehr vervollständigte Auflage.

Leipzig

Verlag von Otto Wigand.

1856.

Dem

Freunde und Beförderer

wissenschaftlicher Bestrebungen auf dem Gebiete der Landwirthschaft

Heinrich Wilhelm Lebrecht Crusius,

Dr. der Rechte,

auf Sahlis und Rüdigsdorf mit Neuhof 2c.

als ein Zeichen aufrichtiger Hochachtung

gewidmet.

Vorwort zur ersten und zweiten Auflage.

Die naturgesetzlichen Grundlagen des Ackerbaues sind in dem vorliegenden Werke, dem gegenwärtigen Standpunkte unserer Kenntnisse gemäß, festgestellt worden. Indem ich mich bemühte zur festeren Begründung der Wissenschaft nach Kräften mitzuwirken, habe ich gleichzeitig versucht, überall die Nothwendigkeit einer innigen Verbindung von Theorie und Praxis, die Bedeutung der Chemie und Physiologie für die Lösung praktisch wichtiger Fragen nachzuweisen. Beides konnte nur auf die Weise geschehen, daß ich die Resultate genauer Kultur- und Düngungsversuche und der zuverlässigen chemischen Untersuchungen übersichtlich zusammenstellte und dann die Folgerungen andeutete, zu welchen jene Resultate hinzuführen scheinen. Der Umfang dieser Ausarbeitung wäre sehr beträchtlich vermindert worden und die darauf verwendete Mühe eine weit geringere gewesen, wenn ich ausschließlich die aus den Versuchsresultaten meiner Ansicht nach sich ergebenden allgemeinen Folgerungen mitgetheilt hätte; die Arbeit selbst hätte aber dann auf einen wissenschaftlichen Werth keinen Anspruch machen können. Von dem gegenwärtigen Standpunkte der Naturwissenschaft des Ackerbaues erhält man nur in dem Falle ein deutliches Bild, wenn man das thatsächlich Erforschte, die Zahlenergebnisse genauer Versuche von allen individuellen Ansichten sorgfältig scheidet; die letzteren können später, wenn die Wissenschaft eine höhere Stufe der Entwickelung erreicht haben wird, mehr oder weniger wesentliche Aenderungen erleiden, die ersteren dagegen behalten ihren Werth für alle Zeiten. Auf dem hier befolgten Wege gelangen wir zu der klaren Erkenntniß dessen, was noch gar nicht oder unvollständig erforscht worden ist; die Fehler, welche wir bei ferneren Versuchen zu vermeiden haben, die Mittel, bei deren Anwen-

bung ein günstiger Erfolg unserer Bestrebungen gesichert ist, treten bestimmt hervor, stets neue Gesichtspunkte werden uns eröffnet. Nach allen Richtungen hin entfaltet sich gegenwärtig die jugendliche Wissenschaft der Agrikulturchemie und mit der eigenen Ausbildung erlangt sie in immer höherem Grade die Fähigkeit, dem Leben wichtige Dienste zu leisten, der Praxis eine sichere Stütze zu gewähren.

Seit einigen Jahren ist die Naturwissenschaft des Ackerbaues sich ihrer Aufgabe, dem Landwirthe erklärend und fördernd zur Seite zu stehen, immer klarer bewußt geworden. In dem eifrigen Bestreben, die auf dem Gebiete der Landwirthschaft beobachteten Erscheinungen in ihren Ursachen zu ergründen, hat unsere Wissenschaft schon jetzt einen Standpunkt erreicht, auf welchem sie nach manchen Richtungen hin selbstständig sich zu bewegen vermag, zuweilen sogar unmittelbar in den Betrieb des Landbaues einzugreifen sich erkühnt. Auf einem solchen Standpunkte angelangt, duldet die Agrikulturchemie nicht eine vornehme Zurückweisung oder eine mitleidige Beachtung, sie fordert vielmehr eine bereitwillige und nachhaltige Unterstützung von Seiten der Landwirthe, der Vereine und der Behörden, sie fordert dieses mit dem Ernste, von welchem sie sich in dem Bewußtsein durchdrungen fühlt, daß sie berufen ist, für die wichtigste Beschäftigung des Menschen, für den Ackerbau, dieselbe hohe Bedeutung zu gewinnen, welche die technische Chemie für die Industrie, den Bergbau und den Handel, die thierphysiologische und die pharmaceutische Chemie für die Heilkunde schon jetzt erlangt hat. Auf dem ganzen Gebiete der Landwirthschaft gibt es kaum eine Frage, welche nicht mit Hülfe der Naturwissenschaft gelöst werden könnte; damit aber diese Lösung schnell herbeigeführt werde, ist es nöthig, daß Naturforscher und Landwirth im klaren Verständniß ihrer beiderseitigen Bestrebungen einmüthig zusammenwirken und, das Ziel fest im Auge, die betreffende Frage durch das Mittel des Versuches und der chemischen Analyse nach allen Seiten hin beleuchten. Wenn das vorliegende Werk zur größeren Annäherung von Praxis und Wissenschaft, zur richtigeren Beurtheilung der auf dem Gebiete des Ackerbaues zu lösenden Aufgaben etwas beigetragen hat, dann ist der Zweck dieser Ausarbeitung erreicht.

Ich schließe dieses Vorwort mit einer freudigen Anerkennung der großen Verdienste, welche in neuerer Zeit namentlich zwei Männer, Lawes und Gilbert in Rothamstead, um die Förderung der Landwirthschaft sich erworben haben, indem sie, erfüllt von reiner Begeisterung für die Wissenschaft und durchdrungen von uneigennütziger Liebe zur Menschheit, mit großen Opfern und mit seltener Ausdauer umfassende Versuchsreihen zur Vollendung brachten. Diese Arbeiten, deren Resultate besonders unsere Kenntniß über die

Ursachen der Erschöpfung des Bodens durch die Kultur bereichert haben, liefern einen schönen Beweis, wie werthvolle Beiträge zur Lösung von landwirthschaftlich wichtigen Fragen auf dem eingeschlagenen Wege gewonnen werden können, indem Praxis und Wissenschaft in freundlichem Zusammenwirken und unter gegenseitigem Verständniß einem und demselben Ziele entgegenstreben, welches dann erreicht sein wird, wenn für die rationelle Landwirthschaft überall eine feste Grundlage geschaffen worden ist. Möchte die ernste Bedeutung eines solchen Strebens auch in Deutschland bald allseitige Anerkennung finden!

Vorwort zur dritten Auflage.

In den wenigen Jahren, welche verflossen sind, seitdem ich die erste Auflage dieses Werkes ausarbeitete, hat die Naturwissenschaft des Ackerbaues sehr erfreuliche Forttschritte gemacht; fast überall in Deutschland hat sie neue Anhänger und Verehrer gefunden, an vielen Orten sind landwirthschaftliche Versuchsstationen errichtet oder im Entstehen begriffen, welche mit hinreichenden Mitteln und tüchtigen Kräften ausgerüstet, es sich zur ausschließlichen Aufgabe machen, Theorie und Praxis in einen immer innigeren und für beide erfolgreichen Verkehr mit einander zu bringen. Das allgemeine Interesse, welches gegenwärtig der Agrikulturchemie sich zuwendet, ist wohl Beweis genug, daß ihre Leistungen für die ausübende Landwirthschaft nicht werthlos sind und daß der Weg, den sie seit einigen Jahren betreten hat, zu weiteren Erfolgen führen wird und daher auch als ein richtiger anzusehen ist. Daß hinsichtlich der Lösung praktisch wichtiger Fragen noch immer Vieles zu erforschen übrig bleibt, daß von den herrschenden Ansichten manche einer näheren Begründung bedürfen oder durch weitere Forschungen eine Berichtigung finden werden, wird man bei der Neuheit der Wissenschaft derselben nicht zum Vorwurf machen können. Es ist schon durch die Erkenntniß viel gewonnen, daß nur dann die Agrikulturchemie nutzenbringend in's Leben eindringen

kann, wenn sie überall den bestehenden Verhältnissen Rechnung trägt und nirgends die Bedürfnisse und Anforderungen der Praxis aus dem Auge verliert.

Nach allen Richtungen hin habe ich mich bemüht in dieser neuen Umarbeitung das vorliegende Werk zu vervollständigen und durch die Resultate der neuesten Forschungen zu bereichern; man wird aus der Vergleichung mit den früheren Auflagen namentlich ersehen, daß die Düngerlehre und unsere Kenntniß von den Futtermitteln und von dem Einfluß äußerer Verhältnisse auf die Beschaffenheit der letzteren vielfach erweitert worden ist. Im Allgemeinen habe ich keine Veranlassung gehabt, früher ausgesprochene Ansichten wesentlich zu verändern, im Einzelnen aber versuchte ich klarer und bestimmter mich auszudrücken und dadurch etwaige Mißverständnisse möglichst zu vermeiden. In Folge einer Veränderung im Drucke und dadurch, daß ich einzelne Kapitel in ihrem früheren Umfange beschränkte und namentlich auf die ausführlichere Beschreibung der in England und Schottland angestellten Düngungsversuche verzichtete, ist es möglich geworden, ohne Vermehrung der Bogenzahl überall eine weit größere Vollständigkeit in der Uebersicht der agrikulturchemischen Untersuchungen und deren Ergebnisse zu erzielen.

Meinen bisherigen Erfahrungen zufolge glaube ich hoffen zu dürfen, daß diese Schrift auch in ihrer neuen Auflage einigen Beifall finden und der Naturwissenschaft des Ackerbaues immer neue Freunde zuführen wird.

Hohenheim im October 1856.

Emil Wolff.

Inhalt.

Zweiter Abschnitt.

Ursprung, Zusammensetzung und Wirkungsart der Düngmittel.

Zweiter Abschnitt.

Bemerkungen über den intensiven Betrieb der Landwirthschaft.

Einleitung.

„Eine Wissenschaft eigener Art, noch jung und mit allen Fehlern der Jugend behaftet, übersprudelnd in Lebensfülle, eines schönen und kräftigen Mannesalters gewiß, aber noch ungeordnet und unklar, viel noch Unverstandenes sammelnd für reifere Jahre und jetzt noch mehr träumend als denkend."

M. J. Schleiden: Die Pflanze und ihr Leben, S. 10.

Diese Worte, mit Bezug auf einen andern Zweig der Naturwissenschaft gesprochen, mögen auch den vorliegenden Blättern als Motto dienen und den Standpunkt bezeichnen, welchen gegenwärtig die Naturwissenschaft des Ackerbaues einnimmt.

Auf der Grenze zwischen dem 18. und 19. Jahrhundert findet man die ersten Anfänge einer Wissenschaft, welche vielleicht schon in naher Zukunft mächtig und segenbringend ins praktische Leben eingreifen wird. Theodor de Saussure betrat die vor ihm durch Sennebier, Ingenhouß u. A. erst wenig geebnete Bahn; ein ächter Naturforscher, mit reichem Geiste begabt, mit seltener Ausdauer sein Ziel verfolgend und namentlich für die Zeit, in welcher er thätig war, mit bewundernswürdiger Gewandtheit in der Handhabung der analytischen Methoden ausgerüstet. Nach allen Richtungen hin suchte Saussure das Leben der Pflanze und die während desselben auftretenden Erscheinungen und thätigen Prozesse zu ergründen, seinen fast 50jährigen sorgfältigen Forschungen verdankt unsere Wissenschaft zahlreiche und wichtige Aufklärungen.

Die Vervollkommnung des Ackerbaues war der Zweck und das Ziel aller Bestrebungen Saussure's. Seine Forschungen sind zu allen Zeiten bewundert worden, von den Landwirthen, wie von den Chemikern und Pflanzenphysiologen. Männer wie Thaer und Burger haben die Bedeutung der Naturwissenschaften für den rationellen Betrieb des Ackerbaues schon anerkannt, sie haben es ausgesprochen, daß in naher oder ferner Zukunft aus denselben der Praxis großer Vortheil erwachsen werde. Es fehlte aber noch die klare Anschauung dessen, was aus dem ganzen Umfange der Kenntniß der

Natur im Allgemeinen, wie der Chemie insbesondere, der Wissenschaft des Ackerbaues zur Stütze und zur Ausbildung dienen konnte. Wohl war schon Manches erforscht, die einzelnen Thatsachen und Ideen lagen aber noch zerstreut umher, zum Theil unbeachtet, zum Theil in ihrem Werthe gar nicht erkannt; sie warteten des Sammlers und des Ordners, damit aus dem vielen Einzelnen ein in sich geschlossenes Ganze entstehe. Für den chemischen Theil unserer Wissenschaft war Justus v. Liebig dieser Ordner; er stellte die bisher erforschten Wahrheiten zu einem wissenschaftlichen Ganzen zusammen und bereicherte das Gebiet der Agriculturchemie mit manchen neuen, für die weitere Entwicklung der Wissenschaft erfolgreichen Ideen. Freilich waren schon viel früher, namentlich von Davy, Chaptal und Schübler, Versuche gemacht worden zur Begründung der Agriculturchemie als einer selbstständigen Wissenschaft, aber diese Versuche, wenn auch von Vielen gewürdigt, vermochten nicht für längere Zeit die Aufmerksamkeit zu fesseln, weil damals der Kreis der Ideen im Gebiete der organischen Chemie überhaupt noch eng begrenzt war, und weil das Gebiet der neuen Wissenschaft von jenen Gelehrten nicht bestimmt und scharf genug umgrenzt wurde.

Die Aufregung, welche Liebig mit der Herausgabe seiner Agriculturchemie unter den Praktikern wie unter den Gelehrten bewirkte, war eine außerordentliche, und dieser Aufregung verdanken wir das lebhafte Interesse, welches jetzt von vielen Seiten her für die Bestrebungen der Wissenschaft erwacht ist. Erst seit dieser Zeit, seit dem Jahre 1840, begannen zahlreiche und ausgezeichnete Chemiker und Pflanzenphysiologen mit Ernst und Ausdauer dem Studium der Agriculturchemie sich zuzuwenden, während früher, außer Saussure, nur wenige Naturforscher anhaltend mit diesem Zweige des Wissens sich beschäftigt und zur Aufklärung der Lehren desselben nur wenig beigetragen hatten. Mit dem energischen Eingreifen Liebig's in den Lauf der bisher nur langsam sich entwickelnden Agriculturchemie begann eine neue Periode für dieselbe, ein rascheres, freudigeres Leben.

Liebig selbst veranlaßte zahlreiche agriculturchemische Untersuchungen, welche anderswo wiederholt, bestätigt oder bestritten wurden, er bewirkte, daß auch die Pflanzenphysiologen ihre Ansichten aussprachen und die Schärfe ihres Geistes in höherem Grade, als dies bisher der Fall gewesen war, dem Dienste der Chemie wie der Wissenschaft des Ackerbaues widmeten, er verschaffte der Chemie bei den Landwirthen Anerkennung und Eingang. Unter den jüngern Chemikern fand Liebig viele Anhänger, welche in Wort und Schrift zur Verbreitung der Lehren ihres Meisters eifrig und mit Erfolg thätig waren. Es schien der ganzen praktischen Landwirthschaft eine wesentliche und nahe Umwälzung bevorzustehen, namentlich seitdem Liebig selbst

mit einem neuen Düngmittel hervortrat, mit Hülfe dessen man einer jeden Culturpflanze die ihr besonders zusagende Nahrung zuzuführen im Stande sein sollte. Mit Begeisterung wurde die neue Erfindung von allen Seiten begrüßt und die Chemie schien über die bisherige Praxis des Ackerbaues einen großen Triumph feiern zu sollen. Leider aber trat schon sehr bald das Gegentheil von dem Erwarteten ein, der Liebig'sche Patentdünger, obgleich chemisch auf richtige Grundsätze sich stützend, war praktisch in den meisten Fällen wirkungslos oder doch ungenügend. Die Empirie trug über die Wissenschaft wenigstens scheinbar den Sieg davon.

Das Resultat der Versuche, welche Liebig gemacht hat, um unmittelbar in das alte, auf Erfahrung, wenn auch oft einseitig gegründete Getriebe des Ackerbaues einzugreifen, hat der jungen Wissenschaft der Agriculturchemie insofern großen Vortheil gebracht, als man nunmehr allgemein erkannt hat, daß dem landwirthschaftlichen Theoretiker außer der Chemie nicht allein die gründliche Kenntniß der anderen Zweige der Naturwissenschaft, wie der Geognosie, der Botanik, Pflanzenphysiologie und Physik unentbehrlich ist, sondern ganz besonders auch ein Verständniß der landwirthschaftlichen Praxis und der durch dieselbe auf empirischem Wege gesammelten Beobachtungen und Erfahrungen. Nur im Verein mit der Praxis kann die Naturwissenschaft für die Ausübung des Ackerbaues eine große Bedeutung gewinnen. Eine solche Erkenntniß und Ueberzeugung der Chemiker muß für die fernere Entwickelung der Wissenschaft ersprießlich sein, sehr bald werden die günstigen Wirkungen derselben sichtbar werden.

Den Leistungen eines dritten Mannes, dem außer Saussure und Liebig unsere Wissenschaft ihre festere Begründung und zwar vorzugsweise verdankt, hat man bisher, wie ich glaube, nicht immer die Aufmerksamkeit gewidmet, welche dieselben allerdings im vollen Maaße verdienen und zu fordern scheinen. Zwar ist Boussingault den Chemikern schon seit 30 Jahren bekannt als ein eifriger und gewandter Forscher auf dem Gebiete der Agricultur; unter den Landwirthen jedoch ist vorzugsweise erst mit der Herausgabe des berühmten Werkes, „Economie rurale" Paris 1844, sein Name bekannt geworden. Der Name Boussingault's glänzt unter denen der bedeutendsten Chemiker, zugleich aber ist er ein tüchtiger Landwirth, der seine eigenen Güter nach wissenschaftlichen Grundsätzen erfolgreich bewirthschaftet, der bekannt mit fast allen landwirthschaftlichen Erfahrungen des In- und Auslandes, sein ganzes Leben der Erforschung und der Befestigung der Stützen einer vollständigen Wissenschaft des Ackerbaues widmet, in der festen Ueberzeugung, dadurch auch der Praxis einen wesentlichen und bleibenden Nutzen zu gewähren.

Kein Mann war mehr geeignet, der Wissenschaft ihre Aufgabe klar und bestimmt vorzuzeichnen, Niemand konnte wie Boussingault den Werth und die Nothwendigkeit einer wissenschaftlichen Begründung der Praxis zur Ueberzeugung bringen. Ausgerüstet mit außergewöhnlichen Kenntnissen in fast allen Zweigen der Naturwissenschaft, bewandert und erfahren in allen Fächern der landwirthschaftlichen Praxis, durchreiste er beobachtend, sammelnd, forschend, experimentirend und analysirend, zahlreiche Länder der alten wie der neuen Welt; er suchte unter allen Zonen der Erde die physischen wie chemischen Bedingungen des Pflanzenlebens zu ergründen, er erkannte die verschiedenen Formen des Landbaues unter allen Himmelsstrichen und die Ursachen ihrer Verschiedenheit. Boussingault hat durch seine Forschungen und Schriften sich große Verdienste um den Ackerbau erworben. Während die Agriculturchemie von Saussure durch dessen Forschungen begründet, von Davy, Chaptal und Schübler in ihren ersten Anfängen geordnet, von Liebig eine systematische, in sich abgeschlossene, Behandlung erhielt, wurde Boussingault der Begründer der eigentlichen Naturwissenschaft des Ackerbaues.

Die den Arbeiten von Liebig und Boussingault vorausgegangenen älteren Versuche zur Darstellung der rationellen Landwirthschaft beruhen nicht auf streng wissenschaftlichen Prinzipien, sie konnten es nicht, weil die Hülfswissenschaften, welche dem Ackerbau die wissenschaftlichen Grundlagen liefern müssen, damals noch nicht so weit entwickelt waren, als daß sie zu diesem Zwecke hätten nach vielen Richtungen hin benutzt werden können. Wer eine Idee davon hat, wie merkwürdig schnell in den letztverflossenen Decennien die analytisch-chemischen Methoden vervollkommnet sind, mit welchem Eifer die immer mehr sich vergrößernde Zahl der Chemiker sich dem Studium der organischen Welt zugewendet hat, wie erst seit den letzten 20 Jahren von einer Wissenschaft der organischen Chemie überhaupt hat die Rede sein können, und wer dann zugleich bedenkt, daß gerade vorzugsweise mit der Anwendung der Chemie auf das Lebendige der organischen Natur erst die Stützen haben gebildet werden müssen, auf welchen das Gebäude einer neuen Wissenschaft, derjenigen des Ackerbaues, sich zu erheben anfängt, — der wird die Richtigkeit des so eben Ausgesprochenen zugestehen, zugleich aber auch begreifen, daß hieraus kein Vorwurf den ausgezeichneten Männern einer früheren Zeit entspringen kann oder soll. Ein seltenes Zusammentreffen von Geist, Ausdauer und Gewandtheit, wie nicht weniger von glücklichen äußeren Umständen ist erforderlich, um Männer zu bilden, die gleich groß in der Praxis wie in der Wissenschaft dastehen und mit sicherem Blicke das Ganze der menschlichen Erkenntniß in einer bestimmten Richtung umfassen. Ein

solcher Mann ist Boussingault. Es ist ein eigen Ding, selbst der Begründer einer neuen Wissenschaft zu werden, alle hierzu erforderlichen Materialien nicht allein zusammen zu tragen, sondern auch mit richtigem Blicke die Spreu von dem Weizen zu scheiden, das Zweifelhafte durch neue Untersuchungen und Beobachtungen zu prüfen und überall hin der Wissenschaft neue Gesichtspunkte zu eröffnen; ein ander Ding aber ist es, die einmal begründete und begrenzte Wissenschaft im Einzelnen auszubilden, auf der einmal betretenen und geebneten Bahn nachzufolgen und zu dem, wenn auch nur in den ersten Grundzügen und Umrissen, bereits aufgerichteten Gebäude einen neuen Stein zur Vervollkommnung des Ganzen hinzuzufügen. Das Letztere wollen wir, Praktiker und Gelehrte, jetzt und in Zukunft, ein jeder nach seinen Kräften, mit allem Eifer versuchen und die von Boussingault eröffnete Bahn zum Nutzen der Mit- und Nachwelt mit Ausdauer verfolgen, nicht aber zurückschrecken vor entgegentretenden Hindernissen, nicht muthlos werden, wenn die Erfolge unseres Strebens auch nicht augenblicklich deutlich hervortreten, sondern stets unverdrossen vorwärts dringen, unverwandt das schöne einzige Ziel vor Augen, die Vervollkommnung des Ackerbaues und die feste Begründung derselben auf der untrüglichen Basis der Wissenschaft.

Erst seit wenigen Jahren besitzen wir eine wahrhaft wissenschaftliche Grundlage des Ackerbaues, also wohl kann man mit unserem Motto sagen: die Wissenschaft ist noch jung und deshalb auch mit allen Fehlern der Jugend behaftet, oft mehr träumend als denkend, manches noch Unverstandene sammelnd für reifere Jahre, aber sie ist auch übersprudelnd in Lebensfülle und eines kräftigen Mannesalters gewiß.

Wer könnte der jungen Naturwissenschaft des Ackerbaues eine reiche Lebensfülle absprechen! In England, Frankreich und Deutschland findet sie Verehrer; zahlreich sind die Untersuchungen, welche ausgeführt werden, um wichtige landwirthschaftliche Fragen ihrer Lösung näher zu bringen; schon scheidet sich von der großen Gesellschaft der Chemiker, freilich bis jetzt nur ein kleiner Theil derselben ab, Männer, welche, wie es nothwendig ist, ihr ganzes Leben dem Dienste der Landwirthschaft widmen wollen; in großer Menge werden in der jetzigen Zeit Versuche im Großen auch von Seiten aufgeklärter Landwirthe angestellt. Nicht wenig wird schon gegenwärtig geleistet, aber weit mehr könnte errungen werden, wenn alle die Kräfte, welche bereits gewonnen sind für den Dienst der Wissenschaft und auf ihrem Gebiete, sei es mittelbar oder unmittelbar, sich thätig beweisen, wenn alle diese Kräfte gesammelt, vereinigt nach einem gemeinschaftlichen Plane arbeiteten und nicht so häufig durch Vereinzelung Mühe, Zeit und Geld zum Theil oder gänzlich unnütz verloren ginge.

Wohl mag Mancher, der vereinzelt auf dem noch wenig angebauten Felde der Ackerbauwissenschaft seinen Weg verfolgt, ohne an andere Gleichgesinnte sich anschließen zu wollen, oder ohne selbst bei gutem Willen auf seinem Wege Unterstützung in Rath und That zu finden, auf Irrwege gerathen, von welchen die Rückkehr auf die rechte Bahn schwierig ist; wohl mag Mancher, durch Einseitigkeit und Eigendünkel verleitet, wähnen, das Ziel schon erreicht zu haben, wenn er in Wirklichkeit weiter von demselben entfernt ist als im Anfange, da er zuerst das Gebiet betrat, auf welchem das Ziel zu erreichen wenigstens möglich war. Irrthum begleitet den Menschen überallhin, und nach vielfachen Versuchen wird erst das bleibende Wahre erforscht und gefunden. Aber dennoch ist unsere junge Wissenschaft eines kräftigen Mannesalters gewiß, denn sie kennt schon jetzt das Ziel, welches erreicht werden kann und soll, sie versteht es die Mittel und Wege aufzufinden, welche zur eigenen Vervollkommnung, zur Erreichung eines kräftigen Mannesalters führen werden, trotz der vielfachen Irrthümer, welchen sie stets ausgesetzt ist.

Das vorliegende Werk soll ein umfassendes Bild gewähren von dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft. Es ist bei der Ausarbeitung vorzugsweise, aber keineswegs ausschließlich auf deutsche Verhältnisse Rücksicht genommen und hierbei die reiche Literatur der Schriften und Abhandlungen in Praxis und Wissenschaft, soweit mir dieselbe zu Gebote stand, sorgfältig benutzt worden. Daß in dieser Hinsicht nichts Vollkommenes geliefert werden konnte, bedarf wohl keiner Erwähnung. Ich kann kaum hoffen, selbst nur von dem Wichtigsten Kenntniß erlangt zu haben, und es ist wahrscheinlich, daß im Einzelnen eine in diesem Werke ausgesprochene und meiner Meinung nach begründete Ansicht oder Theorie eine mehr oder weniger wesentliche Aenderung erlitten haben würde, wenn eben alles Gediegene der Literatur von mir hätte eingesehen und benutzt werden können. Es war aber nicht allein das Ziel meines Strebens, ein möglichst lebendiges und anschauliches Bild von dem gegenwärtigen Stande unserer Wissenschaft zu liefern, sondern ich versuchte auch an vielen Orten die Schwächen und Mängel der Wissenschaft selbst hervorzuheben und darauf hinzuweisen, auf welche Art von Seiten der Praktiker sowohl als der Gelehrten und in gegenseitiger Vereinigung und Unterstützung in Zukunft etwas Besseres und Vollkommneres erreicht werden könnte. Ein solcher Versuch mußte der Natur der Sache nach sehr unvollkommen ausfallen und konnte hauptsächlich nur in einzelnen Andeutungen bestehen, die aber hinreichend sein möchten, zur lebhafteren Besprechung und genaueren Erwägung eines Gegenstandes Veranlassung zu

geben, welcher für alle Zeiten die Lebensfrage ist, an deren Lösung die Fortschritte der Wissenschaft des Ackerbaues unzertrennlich gebunden sind.

Eine kurze Uebersicht des inneren Zusammenhanges, in welchem die im Folgenden behandelten Gegenstände zu einander stehen, möchte zur deutlicheren Auffassung des Umfanges wie des Inhaltes der hier vorgetragenen Wissenschaft führen und deswegen am Schlusse dieser Einleitung ihren richtigen Platz finden.

Unter Naturwissenschaft des Ackerbaues verstehe ich das Ganze unserer naturhistorischen Kenntnisse in ihrer Anwendung auf das Gebiet des Ackerbaues. Es wird beabsichtigt, allein die naturwissenschaftlichen Grundlagen des Ackerbaues festzustellen, nicht aber das ganze Gebäude der Wissenschaft in allen ihren Beziehungen zur reinen Praxis und unter vollständiger Berücksichtigung der letzteren aufzuführen. Es soll ferner in dem Folgenden nur die Wissenschaft des Ackerbaues, nicht also der ganzen Landwirthschaft abgehandelt werden; Alles, was auf die Viehzucht ausschließlich Bezug hat, bleibt unerörtert. Endlich wird nur von der Anwendung unserer naturhistorischen Kenntnisse auf das Gebiet des Ackerbaues die Rede sein, die Beziehungen zwischen dem letzteren und der Mathematik dagegen gänzlich außer Acht bleiben.

Das Ganze der Naturwissenschaft des Ackerbaues umfaßt zwei Haupttheile:

I. den rein wissenschaftlichen, allgemeinen Theil; und

II. den auf den praktischen Ackerbau angewandten, speciellen Theil.

Der allgemeinere Theil dieses Werkes betrachtet das Leben der Pflanze an sich, unabhängig von den Vortheilen, welche wir aus der Lehre von dem Wachsthum und der Ernährung der Pflanze überhaupt für die Cultur einzelner nützlicher Gewächse insbesondere gewinnen können. Das vegetabilische Leben entwickelt sich unter dem Einfluß der Atmosphäre und des Bodens, es ist bedingt durch die stete Wechselwirkung, welche Statt hat zwischen den Bestandtheilen der Luft und der festen Erdrinde; die Pflanze zieht aus jener sowohl wie aus dieser eigenthümliche, zu ihrem Fortkommen unentbehrliche Nahrungsstoffe, welche sie in ihren verschiedenen Organen, bei Gegenwart von Wärme und Licht, zu neuen mannichfaltigen Substanzen verarbeitet. Wir müssen daher unsere Aufmerksamkeit wenden

1. auf die Bestandtheile der atmosphärischen Luft, und sodann

2. den Einfluß kennen lernen, welchen die atmosphärischen Stoffe auf den festen Theil der Erdoberfläche ausüben.

Der letztere Abschnitt giebt uns Kunde von der Bildung eines dem Wachsthum der Pflanzen günstigen Grund und Bodens, von der allmäligen Entstehung einer Ackerkrume, welche geeignet ist, allen auf der Erdoberfläche vorkommenden Gewächsen zur Befestigung zu dienen und Nahrung zu gewähren. Die Bildung der fruchtbaren Ackerkrume findet Statt unter dem Einflusse der atmosphärischen Luft:

a. auf die festen Gesteine, auf die Stoffe der unorganischen, mineralischen Welt (Zerbröckeln und Verwitterung der Felsmassen);

b. auf die Ueberreste der todten, abgestorbenen thierischen wie vegetabilischen Organismen (Humusbildung).

Wenn wir die Bestandtheile der die Pflanzen umgebenden Atmosphäre und die des Bodens, in welchem sie befestigt sind, werden kennen gelernt haben, so ist das Verständniß vorbereitet

3. der Wechselwirkung zwischen Luft und Erde einerseits und dem vegetabilischen Organismus andererseits (Keimen, Wachsthum und Ernährung der Pflanze).

Wir betrachten die Form, in der die Nahrungsstoffe, welche die Pflanze in sich aufzunehmen vermag, vorhanden sein und dargeboten werden müssen, die Erscheinungen und Prozesse, welche während des Lebens der Pflanze bei der Umwandlung jener Nahrungsstoffe in neue und eigenthümliche Produkte der organischen Welt beobachtet werden.

Der zweite Haupttheil umfaßt die Praxis unserer Wissenschaft, die Anwendung der im ersten Theile entwickelten Lehren auf den Ackerbau, auf die Cultur gewisser Pflanzen im Großen. Wir haben hier wiederum zwei Abtheilungen zu unterscheiden, und zwar stellen wir uns

A. auf einen wissenschaftlichen Standpunkt und suchen von diesem aus die praktischen Erfahrungen und Beobachtungen zur Befestigung der Grundpfeiler der Wissenschaft selbst zu verwenden, während in der zweiten Abtheilung

B. umgekehrt die Wissenschaft der Praxis dienstbar oder deren Stütze und Leiterin werden soll; in dieser zweiten Abtheilung soll die Lösung der praktisch besonders wichtigen Fragen versucht werden.

Die erste Abtheilung zerfällt in zwei Abschnitte, indem wir

1. die Zusammensetzung der Ackerkrume betrachten und untersuchen, auf welche Weise die Bestandtheile derselben in ihren verschiedenen Mengenverhältnissen, so wie durch die Art ihrer mechanischen Mischung mehr oder weniger günstig auf das Wachsthum der Pflanze einwir-

ken; welchen Einfluß außerdem die geognostischen und klimatischen Verhältnisse auf die Fruchtbarkeit der Ackererde auszuüben vermögen (Bodenkunde).

Ferner haben wir

2. der verschiedenen Mittel zu gedenken, durch welche wir im Stande sind, die Ackerkrume im Allgemeinen, wie für gewisse Zwecke insbesondere, wesentlich zu verbessern, überhaupt die Zusammensetzung und Wirkungsart der mannichfachen Düngemittel kennen zu lernen, welche in der landwirthschaftlichen Praxis Anwendung finden, oder doch mit Vortheil benutzt werden können (theoretische Düngerlehre).

Die zweite Abtheilung des speciellen Theiles unserer Wissenschaft umfaßt

1. die Bereitung, Behandlung, Auf- und Unterbringung des Düngers, so wie dessen Werthbestimmung und Anwendung für einzelne Früchte (praktische Düngerlehre).
2. die Bestellung des Ackers im Allgemeinen und für einzelne Früchte insbesondere, die Cultur der ökonomischen Pflanzen, die Lehre von der Entwässerung des Bodens, überhaupt die Bedingungen eines intensiven Betriebes der Landwirthschaft.
3. die Lehre von der Erschöpfung des Bodens durch die Cultur und die Theorie der Wechselwirthschaft.

Möchte diese freundlich dargebotene Arbeit freundliche Aufnahme und Theilnahme finden und der Naturwissenschaft des Ackerbaues immer mehrere Verehrer zuwenden, so unter den praktischen Landwirthen, wie unter den thätigen Forschern im Reiche der Natur!

Erster Theil.

Allgemeiner Theil der Naturwissenschaft des Ackerbaues.



Lehre von den allgemeinen Bedingungen

des

Pflanzenlebens, wie von den Prozessen und Erscheinungen, welche das Wachsthum der Pflanzen begleiten.

Erster Abschnitt.

Die Atmosphäre und deren Bestandtheile.

Eine von den Wissenschaften, welche erst in der neuesten Zeit ihre Selbstständigkeit erlangt haben, aber durch das vereinte Wirken zahlreicher Kräfte merkwürdig schnell zu einem hohen Grade der Ausbildung gediehen sind, ist die Geologie, die Lehre von der Entwickelung unserer Erde. Sie liefert uns überzeugende Beweise für die Richtigkeit der Behauptung, daß einst die ganze Erde oder fast alle ihr angehörenden jetzt starren, festen Körper in einem feurigflüssigen Zustande sich befunden haben. Diesen Zustand nennt man den Urzustand der Erde, weil er der älteste ist, bis zu welchem man in der Geschichte der Erde zurückgehen kann und Alles, was vor dieser Zeit vorhanden war, der Erforschung des menschlichen Geistes unzugänglich ist und selbst dem Reiche der Vermuthungen sich entzieht. Von dieser Urzeit ausgehend verfolgt der Geolog mit sicherem Blicke die Entwickelung unserer Erdkugel durch alle Perioden und Phasen hindurch bis zur Gegenwart herab. Die Erde hat allmälig einen großen Theil ihrer ursprünglichen Hitze durch Abkühlung, durch Ausstrahlung in den Weltenraum verloren, bis ein Gleichgewicht eingetreten ist zwischen der Wärme, welche die Erde jährlich durch Ausstrahlung verliert und derjenigen, welche durch die Sonne ihr zugeführt wird. Mit dem Eintreten dieses Gleichgewichtes mag die gegenwärtige Gestaltung der Erdoberfläche so ziemlich vollendet gewesen sein und die Erde selbst die Fähigkeit erlangt haben, dem Menschen eine sichere Wohnstätte zu gewähren. Die Erde, als ein Ganzes betrachtet, scheint nunmehr hinsichtlich ihrer Temperaturverhältnisse keine Veränderungen zu erleiden, wenigstens hat man aus astronomischen Beobachtungen und Berechnungen geschlossen, daß in den

letztverflossenen 2300 Jahren die Temperatur der Erde nicht um ein Hundert-theil eines Wärmegrades sich verändert haben kann.

In der Urzeit der Erde waren schon dieselben Kräfte vorhanden und thätig, welche noch gegenwärtig die Natur beherrschen und erhalten, nur waren ihre Aeußerungen modificirt durch andere Umstände, durch die damals herrschende hohe Temperatur; viele, ja fast alle Körper und Verbindungen, welche wir gegenwärtig in so reicher Fülle und Mannichfaltigkeit die Erdoberfläche bedecken und schmücken sehen, existirten damals noch nicht, weil sie in ihrer jetzigen Gestaltung der zerstörenden Gewalt der damals vorhandenen Glühhitze nicht hätten widerstehen können. Vieles, was jetzt fest oder flüssig ist, war damals luft- oder dunstförmig; Alles war ein in seinen Theilen bewegliches Chaos. Erst als die Temperatur allmählig tiefer sank, schied sich auch das Feste von dem Flüssigen ab, das Flüssige von dem Luft- oder Gasförmigen, alle Körper nahmen eine andere der jetzigen ähnliche Gestalt an, und ordneten sich in der Weise neben einander, daß die schwersten, wahrscheinlich rein metallischen oder doch stark metallhaltigen Substanzen im Innern der Erdkugel als glühende, geschmolzene und bewegliche Massen zurückblieben, die leichteren Verbindungen aber den äußeren Kreis der Erdkugel bildeten, eine erstarrte erdige oder krystallinische Gesteinsmasse, auf deren Oberfläche das Wasser hinfließt. Die luftförmigen Körper umgeben die festen und flüssigen Theile der Erde als ein Dunstkreis, eine Atmosphäre, welche der Erdoberfläche zunächst die größte Dichtigkeit besitzt und je weiter sie an den Bergen in die Höhe steigt oder von der festen Erdrinde sich entfernt, immer dünner wird, in einen ausgedehnteren Zustand übergeht.

Die atmosphärische Luft ist ein Körper, sie ist wägbar und drückt mit ihrem ganzen Gewichte auf die Erdoberfläche und auf alle auf derselben befindlichen starren sowohl als in ihren Theilen beweglichen Massen. Durch viele Erscheinungen, welche täglich vor unseren Augen in der Natur auftreten oder künstlich im Kleinen durch physikalische Experimente herbeigeführt werden können, ist diese Thatsache bewiesen. Die Größe jenes atmosphärischen Druckes zeigt der Barometer an. Wenn man aus einer an dem einen Ende zugeschmolzenen Glasröhre die Luft entfernt und diese jetzt luftleere Röhre mit ihrem offenen Ende in ein mit Quecksilber angefülltes Gefäß stellt, so erhebt sich das Quecksilber in der Röhre ungefähr 28 Zoll über die Oberfläche der in dem Gefäße befindlichen Flüssigkeit, zum Beweise, daß die außer der Glasröhre befindliche Luft auf die Oberfläche des Quecksilbers mit einem Gewichte drückt, welches demjenigen einer Quecksilbersäule von 28 Zoll oder, was dem gleichbedeutend ist, einer Wassersäule von 32 Fuß entspricht. Giebt man jener Quecksilbersäule eine Basis von einem Quadratzoll, so beträgt

das Gewicht derselben 15,11 Preußische Pfund; jeder Quadratzoll der Erdoberfläche hat also einen dem angegebenen Gewichte entsprechenden Druck, jeder Quadratfuß mithin einen Druck von 2175,84 Pfunden auszuhalten. Die Oberfläche eines erwachsenen Menschen beträgt ungefähr 14 bis 15 Quadratfuß, die Luft drängt also auf denselben mit einer Gewalt von über 30000 Pfund ein; es müßte daher der menschliche Körper zermalmt werden, wenn nicht dieser Druck gleichmäßig von allen Seiten auf denselben einwirkte und namentlich die im Innern des Körpers befindliche Luft denselben Druck ausübte, wie die außer demselben vorhandene Atmosphäre, jene also mit dieser im Gleichgewichte sich befände. Wird das Gleichgewicht auf irgend eine Art und Weise gestört und aufgehoben, so bemerken wir auch sofort die Wirkung dieses Druckes. Wenn die Luft nach einer Stelle, an welcher sie in einem verdünnteren Zustande sich befindet, hinströmt, so fühlen wir uns mit dem so gebildeten Luftstrome mit größerer oder geringerer Gewalt fortgerissen; wenn wir an hohen Bergen emporklimmen, so spüren wir eine große Müdigkeit, eine Erscheinung, die ebenfalls sich erklärt aus dem gestörten Gleichgewichte zwischen der im Innern des Körpers vorhandenen und der äußeren auf denselben eindringenden Luft. Diese Störung kann in den oberen Regionen der Atmosphäre so bedeutend werden, daß mit der großen Verminderung des äußeren Luftdruckes das Blut aus Mund und Nase, ja selbst aus allen Poren der Haut des menschlichen Körpers gewaltsam hinausgepreßt wird. Das Ganze der die Erdkugel bis zu einer Höhe von etwa 6 bis 7 geographischen Meilen umgebenden Luftmasse hat man berechnet zu dem ungeheuren Gewicht von über 100,000 Billionen Centnern oder nach Marchand genauer zu 5,263623,000000,000000 Kilogramm*).

Die gas- oder luftförmigen Körper, welche in der Natur vorkommen, sind zweierlei Art; einige behalten unter den gewöhnlichen und von denselben nicht sehr abweichenden Temperatur- und Druckverhältnissen ihren luftförmigen Zustand bei, andere gehen bei dem Eintreten einer nur geringen Temperaturerniedrigung oder einer unbedeutenden Vergrößerung des Druckes in den flüssigen Zustand über; erstere nennt man vorzugsweise Gase oder Luftarten, letztere auch Dämpfe oder Dünste. Von den letzteren sind nament-

*) Das französische Decimal- oder Grammengewicht wird in deutschen wissenschaftlichen Werken gegenwärtig vielfach angewendet und verdient wegen seiner Einfachheit allgemeine Verbreitung. Es soll auch in dieser Ausarbeitung das allein herrschende sein. Dasselbe gilt von den Längen-, Flächen- und Hohlmaßen. Diejenigen, welchen das französische Maß und Gewicht nicht ganz geläufig ist, verweise ich auf den Anhang zu diesem Werke; wo man eine vergleichende Zusammenstellung unserer gewöhnlichen deutschen Maße und Gewichte mit den französischen finden wird.

lich die Wasserdünste stets in der Luft verbreitet, und fallen nach ihrer Ver-
dichtung in den oberen kälteren Theilen der Atmosphäre von Zeit zu Zeit in
der Form von Thau, Regen, Schnee oder Hagel auf die Erde nieder; die
chemische Beschaffenheit dieser sogenannten atmosphärischen Wasser ist
am Schlusse dieses Abschnittes näher angegeben; ihre klimatische Bedeutung
wird in einem späteren Kapitel Erwähnung finden.

A. Die beständig gasförmigen in der Atmosphäre vorhandenen Körper.

Die atmosphärische Luft ist ein Gemenge verschiedener gasförmiger Kör-
per, welche, nach Art der Gase überhaupt, sich so innig mit einander vermischt
haben, daß die procentische Zusammensetzung der Luft an allen Orten der
Erdoberfläche völlig gleich bleibt, oder doch nahezu dieselbe ist in der Tiefe
der Ebenen und Thäler, wie auf den Spitzen der höchsten Berge, über dem
Meere, wie auf dem festen Lande; — ähnlich wie zwei Flüssigkeiten von
verschiedener Schwere und Beschaffenheit, z. B. Essig und Wasser, oder Al-
kohol und Wasser sich so vollständig mit einander vermischen, daß an jeder
Stelle des Gemenges derselbe Gehalt an beiden Stoffen vorhanden ist, ohne
daß der schwerere Körper von dem leichteren sich trennt und auf dem Boden
des Gefäßes sich ablagert. Wo an irgend einem Orte mit Bestimmtheit eine
Abweichung von der gewöhnlichen Zusammensetzung der atmosphärischen Luft
sich nachweisen läßt, da erstreckt sich diese Abweichung nur auf einen sehr ge-
ringen Theil der Atmosphäre, da ist auch stets eine lokale Ursache dieser Stö-
rung vorhanden, also jene Abweichung an nur zufällig auftretende Be-
dingungen gebunden. Auch sind zuweilen, in Folge von lokalen Ursachen
fremdartige Körper der atmosphärischen Luft beigemengt, welche, wo sie in
etwas größerer Quantität sich anhäufen, nicht selten einen nachtheiligen Ein-
fluß auf die thierischen und vegetabilischen Organismen ausüben können.
Wir werden später einen kurzen Blick auf diese zufälligen, gewöhnlich nur in
verschwindender Quantität in der Atmosphäre vorhandenen Stoffe werfen,
und betrachten hier zuerst

a. Die wesentlichen oder überall nachweisbaren Bestandtheile.

Allenthalben, wo die atmosphärische Luft aufgefangen und der chemi-
schen Analyse unterworfen wurde, hat man dieselbe stets aus drei in ihren
Eigenschaften deutlich von einander verschiedenen Luftarten zusammengesetzt
gefunden, denen man die Namen Sauerstoffgas, Stickstoffgas und Kohlen-
säuregas beigelegt hat; diese drei Körper sind die wesentlichen Bestand-
theile der atmosphärischen Luft.

1. Das Sauerstoffgas hat seinen Namen aus dem Grunde erhal-
ten, weil es die Fähigkeit hat, durch seine Einwirkung auf gewisse Stoffe

Säuren zu erzeugen, unter seinem Einflusse bildet sich aus dem Alkohol z. B. und allen alkoholhaltigen Flüssigkeiten Essigsäure; dieser Körper heißt auch **Feuerluft**, weil ohne denselben keine Verbrennung stattfinden kann; das Holz, der Schwefel, der Phosphor und alle brennbaren Körper verschwinden, nachdem sie angezündet sind, allmählig, indem sie mit diesem Bestandtheile der atmosphärischen Luft eine innige chemische Verbindung eingehen, und dadurch in neue luftförmige, feste oder flüssige Stoffe verwandelt werden; ohne Zutritt der atmosphärischen Luft kann der Verbrennungsprozeß nicht eintreten und noch weniger unterhalten werden. Das Sauerstoffgas ist endlich auch **Lebensluft** genannt worden, weil seine Gegenwart wesentlich nothwendig ist zur Erhaltung des thierischen Lebens, es wird mit den übrigen Bestandtheilen der atmosphärischen Luft eingeathmet, bewirkt in den Lungen, indem es mit dem Blute in Verbindung tritt, eine Veränderung des letzteren, und wird wiederum gasförmig, aber großentheils als ein ganz anderer Körper, nämlich in chemischer Verbindung mit Kohlenstoff als Kohlensäuregas ausgeathmet. Auch auf die festen Gesteine übt das Sauerstoffgas einen Einfluß aus, indem jene unter seiner Einwirkung nach und nach ihren Zusammenhang verlieren und zu einer lockeren Erde auseinander fallen; der Prozeß der Verwitterung der Gesteine ist zum Theil bedingt durch die Gegenwart des Sauerstoffes in der atmosphärischen Luft. Durch alle diese hier angedeuteten Prozesse der Gährung, des Verbrennens, des Faulens, des Athmens und der Verwitterung, welche täglich im Großen vor unseren Augen in der Natur stattfinden oder künstlich eingeleitet werden, wird eine sehr bedeutende Menge von Sauerstoffgas aus der atmosphärischen Luft entfernt, in einen gebundenen Zustand übergeführt, und es würde also die Menge dieses Körpers in der uns umgebenden Luft täglich geringer werden, wenn nicht eine Quelle vorhanden wäre, aus welcher eine ebensogroße Quantität reines Sauerstoffgas erzeugt wird und in jedem Augenblicke in die Atmosphäre ausströmt. Diese Quelle ist das Pflanzenreich; aus der lebenden Pflanze entweicht, wie ich in einem andern Abschnitte nachweisen werde, unaufhörlich Sauerstoffgas und dieses vermischt sich, in Folge der fortwährend stattfindenden Bewegung in der Luft, so schnell und so innig mit den übrigen Bestandtheilen derselben, daß die quantitative Zusammensetzung der Atmosphäre, wenigstens soweit die Schärfe der bisher bekannten Methoden zur Untersuchung derselben uns ein Urtheil hierüber gestattet, in keinem Augenblicke verändert und gestört wird. Die Pflanze dagegen, wie ich hier schon im Voraus bemerke, absorbirt einen anderen Bestandtheil der atmosphärischen Luft, nämlich das Kohlensäuregas, die Pflanze nimmt zu an Umfang und Größe, sie wächst und gedeiht vorzugsweise auf Kosten des in der Atmosphäre enthaltenen Kohlensäuregases,

eines Stoffes also, welcher aus dem thierischen Körper ausgeschieden wird, und bei den Prozessen der Verbrennung, der Gährung und des Faulens in großer Quantität sich entwickelt. Es ist nirgends Ruhe in der Natur vorhanden, es findet eine stete Umwandlung der Stoffe, eine nie aufhörende Wechselwirkung statt zwischen dem Thier- und Pflanzenreiche und der unorganischen Welt, eine Wechselwirkung, aus welcher als Resultat hervorgeht, daß die Zusammensetzung des atmosphärischen Luftgemenges stets dieselbe bleibt, solcher Art, wie sie zur Erhaltung des organischen Lebens auf der Erdoberfläche erforderlich zu sein scheint.

2. Das Stickstoffgas ist gleichfalls ein Hauptbestandtheil der atmosphärischen Luft; das reine Stickstoffgas kann das thierische Leben nicht unterhalten, es bringt den Tod durch Erstickung hervor, nicht weil es an sich eigenthümliche giftige Eigenschaften besitzt, sondern weil das zum Leben der Thiere unentbehrliche Sauerstoffgas demselben nicht mehr beigemengt ist. Das Stickstoffgas ist vielmehr ein sehr indifferenter, bei allen in der Natur eintretenden Prozessen fast ganz gleichgültig sich verhaltender Körper, dessen Gegenwart in der atmosphärischen Luft völlig unnütz sein würde, wenn er nicht dazu diente, um die zu heftig und auf alles Lebendige wie Todte zerstörend einwirkenden Eigenschaften des andern Hauptbestandtheiles der uns umgebenden Luft, des Sauerstoffgases nämlich, zu mildern, — ähnlich wie man im Stande ist, durch das indifferente Wasser die verderblichen Wirkungen des Scheidewassers oder des Vitriolöls ganz oder zum Theil aufzuheben. Bestände die Atmosphäre aus reinem Sauerstoffgase oder wäre dieselbe nur bedeutend reicher an dieser Substanz, als es wirklich der Fall ist, so müßte der ganze thierische Organismus ein anderer, ja die ganze Natur anders eingerichtet sein; in einer solchen sauerstoffreicheren Luft würde das Blut, welches in den Lungen mit dem zu concentrirten Sauerstoffgase in Berührung käme, zu stark afficirt werden, in eine heftige Entzündung gerathen, welche sehr bald den Tod des Individuums zur Folge hätte.

Das Mengenverhältniß, in welchem der Stickstoff und der Sauerstoff, diese beiden bei weitem überwiegenden Bestandtheile der atmosphärischen Luft, in der letzteren auftreten, ist, wie schon erwähnt wurde, unter allen Verhältnissen an allen Punkten der Erdoberfläche fast genau dasselbe, und beträgt für das Sauerstoffgas als Mittel der sehr nahe übereinstimmenden Resultate zahlreicher, mit großer Sorgsalt ausgeführter Analysen, dem Volumen nach beinahe 21 Proc., dem Gewichte nach dagegen ziemlich genau 23 Proc., weil das Sauerstoffgas ein etwas größeres Gewicht besitzt als das Stickstoffgas; der Gehalt der Atmosphäre an dem letzteren Gase beträgt also, wenn

man andere in nur geringer Menge auftretende Bestandtheile unberücksichtigt läßt, 79 Volum- und 77 Gewichtsprocente.

3. Als dritten wesentlichen Bestandtheil der atmosphärischen Luft habe ich schon im Anfange dieses Capitels das Kohlensäuregas angegeben und schon vorläufig auf die außerordentliche Wichtigkeit dieser Substanz für das Leben, für die Ernährung der Pflanzen aufmerksam gemacht. Es ist dieser Stoff nicht, wie die beiden anderen Bestandtheile der Luft, ein einfacher Körper, ein sogenanntes Element, sondern eine innige chemische Verbindung von Kohle und von Sauerstoff, so innig, daß die Eigenschaften dieser beiden Substanzen, die mit einander sich verbunden haben, gänzlich verschwunden sind und ein ganz neuer Körper, nämlich die Kohlensäure, entstanden ist. Dieses durchsichtige, farb- und fast geruchlose Gas bildet sich bei jeder Verbrennung vegetabilischer und thierischer Substanzen, die schwarze Kohle verwandelt sich vollständig in diese farblose Luft, wenn sie glühend mit dem in der Atmosphäre enthaltenen freien, unverbundenen, nur in einem mechanischen Gemenge mit dem Stickstoff vorhandenen Sauerstoffgase in Berührung gebracht wird; dasselbe Gas entwickelt sich beim Athmen der Thiere, bei der Gährung und dem Faulen organischer Substanzen, und muß also schon in Folge dieser mannichfachen chemischen Prozesse in der atmosphärischen Luft allenthalben verbreitet sein, wie dieses in der That die chemische Untersuchung nachgewiesen hat. Während aber der Sauerstoff und besonders der Stickstoff in großer Quantität in die Zusammensetzung der Atmosphäre eingehen, ist die Menge der in derselben vorhandenen Kohlensäure eine verhältnißmäßig nur geringe. Der Gehalt der uns umgebenden Luft an Kohlensäuregas beträgt nämlich im Mittel der Resultate aus mehreren hundert Analysen dem Volumen nach 4,15 Zehntausendtheile; in 10,000 Th. atmosphärischer Luft wurden als Maximum 5,74 und als Minimum 3,15 Theile gefunden. Diese Untersuchungen wurden in dem zweiten und dritten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts von Theodor de Saussure zu Genf und in dessen Umgebungen ausgeführt. Da das Kohlensäuregas im reinen unvermischten Zustande reichlich 1½ mal schwerer ist als die atmosphärische Luft, so entsprechen jenen 4,15 Volumtheilen ungefähr 6,4 Gewichtstheile und es sind daher in der wasserfreien Luft in 10,000 Gewichtstheilen enthalten an

Sauerstoff	2300,0 Theile,
Stickstoff	7693,6 „
Kohlensäure	6,4 „

oder wenn man das oben angegebene absolute Gewicht der ganzen Atmosphäre zu Grunde legt:

Sauerstoff	1,210633	Billionen Kilogr.
Stickstoff	4,049621	„ „
Kohlensäure	3369	„ „
	5,263623	Billionen Kilogr.

Die Bestimmung der in der Luft überall vorhandenen Kohlensäuremenge läßt sich mit großer Schärfe bis auf ein Hunderttausendtheil und selbst ein Milliontheil des Volumens der Atmosphäre ausführen, weit genauer, als dies hinsichtlich des Sauerstoffgehaltes bei den bisherigen Untersuchungen geschehen ist. In Folge dieser Vollkommenheit der anzuwendenden Methoden der Analyse hat namentlich der so eben genannte berühmte Chemiker gewisse Schwankungen in dem Kohlensäuregehalte der Luft nachgewiesen, welche, obgleich sie nur um 2 bis 3 Zehntausendtheile des ganzen Luftvolums sich bewegen, dennoch durch gewisse nachweisbare Ursachen bedingt sind. So stellte sich heraus, daß ein anhaltender Regen den Kohlensäuregehalt der Luft vermindert, weil das tropfbar flüssig werdende Wasser der Luft einen Theil ihrer Kohlensäure entzieht, die letztere in sich aufgelöst zurückhält; jedoch steht die Menge der Kohlensäure in näherer Beziehung zu der durch den Regen hervorgebrachten anhaltenden Nässe des Bodens, als zu der aus dem Regen hervorgegangenen Wassermenge: ein feuchter Boden vermindert die Kohlensäure der Luft mehr in Folge einer von leichten, aber häufigen Regen begleiteten niedrigen Temperatur, als durch momentane Wirkung einer sich auf ein Mal ergießenden zehn Mal größeren Wassermenge. Aus demselben Grunde ist der Kohlensäuregehalt der Luft im Winter bei trockenem Froste größer, als bei Thauwetter, über dem Meere oder großen Seen geringer, als auf dem festen Lande. Am Tage ist der Kohlensäuregehalt in der Stadt größer, als auf dem freien Lande, während der Nacht aber auf dem Lande größer, als in der Stadt, welche Erscheinung mit Prozessen, die während der Vegetation der Pflanzen thätig sind, in direktem Zusammenhange steht. Der Kohlensäuregehalt der Luft ist ferner auf den Bergen größer, als in der Ebene, ein Unterschied, welcher darin seine Erklärung findet, daß die Zersetzung der Kohlensäure vorzugsweise in den untersten Schichten, wo die Vegetation üppiger ist, stattfindet, und weil dieses Gas bei weitem mehr von dem ebenen Boden absorbirt werden muß, indem hier das Regenwasser einen langsameren Ablauf hat. Der erstere der hier angeführten Gründe erklärt auch die beobachtete Erscheinung, daß auf den höheren Bergen, im Gegensatz zu dem Verhalten in der Ebene, die Kohlensäuremenge in der Luft am Tage durch den Einfluß der Nacht wenig oder gar nicht vermehrt wird, zu welcher Gleichförmigkeit ebenfalls die freie Lage der Berge wesentlich beitragen mag, weil diese eine weit schnellere Mischung der verschiedenen Luftschichten gestattet, als dieses in den

durch jene Berge geschützten Ebenen und tieferen Thälern der Fall ist, und weil die Mischung der gleich hohen Luftschichten schneller vor sich geht, als die der oberen mit den unteren, indem die Luftbewegungen häufiger in horizontaler Richtung stattfinden, als in vertikaler. Starke Winde und Stürme bewirken meistens in niedriger gelegenen Gegenden eine Zunahme des Kohlensäuregehaltes, indem sie die kohlensäurehaltigere Luft der höheren Regionen mit der der unteren vermischen und zugleich den Unterschied in dem Gehalt während der Nacht und bei Tage fast aufheben. Das Maximum des Kohlensäuregehaltes tritt gegen Ende der Nacht ein,-und das Minimum in der Mitte des Tages; die größte nächtliche Zunahme steigt bis auf $^1/_8$ des täglichen Gehalts; die beträchtlichsten oder schnellsten Veränderungen finden zwischen dem Schlusse der Nacht und den ersten Tagesstunden statt; diejenigen, welche man zwischen 9 Uhr Morgens und 3 Uhr Nachmittags bemerkt, können mit den Beobachtungsfehlern zusammenfallen. Die Verdunkelung der Sonne durch die Wolken hindert nicht die nächtliche Zunahme des kohlensauren Gases; sie findet statt sowohl zur Zeit leichter und anhaltender Regen, als auch, wenn die Erde in Folge von lange dauernden Regen ganz mit Wasser getränkt ist; die Zunahme fällt nur unter diesen Umständen etwas geringer aus. Obgleich diese Schwankung auch stattfindet, wenn kein Thau eintritt, so bemerkt man doch die bedeutendsten Zunahmen der Kohlensäure zur Zeit des häufigsten Thaues oder wenn die Temperaturunterschiede bei Tage und bei Nacht besonders groß sind.

Die Zunahme des Kohlensäuregehaltes der höheren Luftschichten hat auch Schlagintweit bei neueren Beobachtungen bestätigt gefunden; in den Alpen in einer Höhe zwischen 9700 und 13000 Par. Fuß betrug der Kohlensäuregehalt der Luft im Mittel 7,9 Vol. in 10000 Vol. Luft; die Maxima (9—9,5 Vol.) traten im Allgemeinen bei heiterem Wetter ein, die Minima (6—6,5 Vol.) dann, wenn der Beobachtungsort mit dichten Wolken umhüllt war.

In der Nähe von feuerspeienden Bergen, welche häufig bedeutende Mengen des Kohlensäuregases tief aus den untern Schichten der Erdrinde hervorstoßen, ferner auch in solchen Gegenden, wo, wie am Rhein oder im Böhmerlande, die vulkanische Thätigkeit seit lange schon zurückgedrängt ist, und nur das Vorkommen von kohlensäurehaltigen Quellen (Sauerbrunnen) oder das Hervorströmen dieses Gases aus den Rissen und Spalten der Erdrinde noch an dieselbe erinnert, an solchen Orten müssen natürlich noch weit bedeutendere Schwankungen in dem Gehalte der umgebenden Atmosphäre an diesem für das Wachsthum der Pflanze so wichtigen Bestandtheile sich einstellen.

Jene oben angedeuteten Schwankungen in dem Kohlensäuregehalt der atmosphärischen Luft sind allerdings scheinbar von sehr untergeordneter Wichtigkeit; wenn man aber bedenkt, daß der mittlere Gehalt der Luft an diesem Gase über 3000 Billionen Kilogr. beträgt und durch jene Schwankungen der Gehalt an einzelnen Orten fast um die Hälfte erhöht oder erniedrigt werden kann, und außerdem mit Saussure beherzigt, daß die Erforschung der Ursachen und Gesetze dieser Schwankungen der Meteorologie wichtige Aufschlüsse verschaffen kann, daß die Menge der Kohlensäure mit der Entwickelung und Ernährung des Pflanzenreiches in der engsten Verbindung steht, daß ferner die Verhältnisse der Kohlensäure in genauer Beziehung mit der Natur des Bodens, seinem Feuchtigkeitszustand und daher auch mit der Gesundheit des Klima's stehen, daß endlich diese in der Atmosphäre beobachtete Schwankung selbst im Allgemeinen Regelmäßigkeit darbietet, — so wird man wohl den hier in ihren Resultaten angedeuteten Untersuchungen eine große Bedeutung zuerkennen müssen.

b. Zufällig oder nur in sehr geringer Menge in der Atmosphäre vorhandene Substanzen.

Außer den genannten drei Hauptbestandtheilen der atmosphärischen Luft sind noch andere Gasarten vorhanden, welche, wie es scheint, kaum weniger allgemein verbreitet sind, aber stets nur in verschwindender, kaum bestimmbarer Menge auftreten und sich in der That in größeren Quantitäten gar nicht ansammeln können, sondern kürzere oder längere Zeit nach ihrer Bildung in der Luft selbst eine Zerstörung und Zersetzung erleiden oder im atmosphärischen Wasser aufgelöst, dem Erdboden wiederum zugeführt werden.

1. Von diesen Stoffen ist eine Gasart ziemlich verbreitet, nämlich das Kohlenwasserstoffgas, welches, wie der Name schon andeutet, eine innige gasförmige Verbindung ist von Kohlenstoff und Wasserstoff. Dieses Gas hat man an verschiedenen Punkten der Erdoberfläche und an einem und demselben Orte zu verschiedenen Zeiten in abwechselnder Menge gefunden, von 3 bis zu 13 und sogar 30 Hunderttausendtheilen von dem Volumen der der Untersuchung unterworfenen Luft. Daß das Kohlenwasserstoffgas in der atmosphärischen Luft in der That vorhanden sein muß, ist einleuchtend, wenn man bedenkt, daß dieser Körper unter gewissen Bedingungen in bedeutender Menge, namentlich in Sümpfen und Torfablagerungen, aus faulenden organischen Substanzen sich entwickelt; die Entweichung desselben Gases bemerkt man auch tief unter der Erdoberfläche in vielen Steinkohlengruben, wo die Luft sich oftmals mit diesem Gase vermischt, welches, durch die Lampe des Bergmannes angezündet, als sogenannte „schlagende Wetter" zu gefährlichen Explosionen Veranlassung giebt. Die in den Steinkohlengruben zuweilen

stattfindenden Explosionen lassen uns zugleich die Ursache einsehen, weshalb das Kohlenwasserstoffgas in der uns umgebenden Atmosphäre nicht in bedeutender Menge sich ansammeln kann. Denn wie dort die Flamme der Bergmannslampe die Verwandlung des mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft in Berührung befindlichen Kohlenwasserstoffgases in Kohlensäuregas und Wasserdampf veranlaßt, so wird hier das Verschwinden desselben Gases durch die von Zeit zu Zeit stattfindende Entladung der Luftelektricität, durch den großen elektrischen Funken, welchen wir Blitz nennen, bewirkt. In Europa, wo die Gewitter selten sind, wird man dieses Verbrennen schwer begreifen können, hingegen unter dem Aequator erscheint dieses ganz einleuchtend, denn daselbst finden das ganze Jahr hindurch, an jedem Tage die elektrischen Entladungen in der Atmosphäre ununterbrochen statt, so daß, wie Boussingault bemerkt, ein Beobachter, der ein sehr feines Gehör hätte, beständig das Getöse des Donners hören könnte. Auf solche Art dient also die Entwicklung des Kohlenwasserstoffgases und dessen Verbreitung in der atmosphärischen Luft dazu, bei seiner Verbrennung die Menge der Kohlensäure zu vermehren, und schließlich in der letzteren den Pflanzen ein unentbehrliches Nahrungsmittel zuzuführen, während jenes Gas als solches das Wachsthum der Pflanzen zu befördern nicht im Stande ist.

2. Eine andere gasförmige Substanz, die auch in der atmosphärischen Luft unter verschiedenen Umständen in größerer oder geringerer Menge zugegen sein muß, ist das Ammoniak; denn dieser Körper ist ebenfalls eins der letzten Zersetzungsprodukte, in welche bei ihrer Fäulniß fast alle organischen Substanzen sich schließlich auflösen, es ist der Stoff, welcher in dem gewöhnlichen Hof- oder Stalldünger den eigenthümlichen stechenden Geruch hervorbringt, der, je stärker und durchdringender, auf einen um so höheren Werth und um so kräftigere Wirkung des Düngmittels schließen läßt. Das Ammoniak, welches wir später als einen vorzüglich das Wachsthum der Pflanze befördernden Stoff, als ein nothwendiges Nahrungsmittel derselben kennen lernen werden, kann nur bei längerer Trockenheit und namentlich in der heißen Jahreszeit in größerer Menge in der atmosphärischen Luft verbreitet sein, bei regnigter, feuchter Witterung muß es aber fast vollständig aus derselben verschwinden, denn mit dem ersten Regen, welcher niederfällt, wird dasselbe wegen seiner großen Auflöslichkeit in Wasser wiederum dem Erdboden, aus welchem es luftförmig sich entwickelt hat, zurückgegeben und erst mit dem allmäligen Verdunsten der Feuchtigkeit sammelt es sich wieder in der Atmosphäre als Bestandtheil derselben an. In neuester Zeit hat man versucht, die Menge des zu einer gewissen Zeit in der Luft vorhandenen Ammoniakgases der Quantität nach zu bestimmen. So hat Fresenius in den

Monaten August und September in der Luft von Wiesbaden, in einer Million Gewichtstheilen Luft bei Nacht 0,169 und am Tage 0,098, im Mittel 0,133 Gewichtstheile gefunden, woraus sich ergiebt, daß, bei gleichförmiger Zusammensetzung, die ganze Atmosphäre ungefähr 700,000 Millionen Kil. Ammoniak enthalten würde. Gräger dagegen fand in der Luft bei Mühlhausen in 1,000,000 Th. Luft 0,323 und Kemp in der Luft, welche 300 Fuß über dem irländischen Meere aufgefangen worden war, sogar 3,68 Gewichtstheile Ammoniak. Neuere und, wie es scheint, genauere Bestimmungen des Ammoniaks in der Luft, sind von Ville angestellt worden; derselbe fand in den Jahren 1849 und 1850 in einer Höhe von 30 bis 40 Fuß über der Bodenfläche in 1 Million Gewichtstheilen Luft im Mittel 0,0237 Theile Ammoniak; das Maximum stieg bis 0,0317, das Minimum war 0,0178 Th.; im Jahre 1851 war das Mittel 0,0211, das Maximum 0,0273 und das Minimum 0,0165 Theile in 1 Million Gewichtstheilen Luft.

3. Noch weit mehr, als die so eben genannten Gase an lokale Ursachen gebunden, sind das Schwefelwasserstoffgas und das Phosphorwasserstoffgas, welche aus faulenden organischen Substanzen sich entwickeln, namentlich an den Meeresküsten, wo die sehr schwefelhaltigen Ueberreste großer Massen von Seegräsern oder die stark phosphorhaltigen Körper todter Fische und anderer Seethiere einen, von diesen Gasen herrührenden eigenthümlichen Geruch verbreiten, und in heißen Sommermonaten förmlich eine Verpestung der Luft verursachen. Das erstere dieser Gase wird auch manchmal in Begleitung vulkanischer Ausbrüche beobachtet und verunreinigt dann zum Nachtheil der Gesundheit der Thiere und Menschen die Luft auf viele Meilen im Umkreise, denn diese Gasart gehört zu den giftigsten Stoffen, und schon ein Zweitausendtheil, in der atmosphärischen Luft verbreitet, ist hinreichend, um einen Hund zu tödten.

4. Endlich verbreiten sich auch eigenthümliche, sehr fein zertheilte, dem organischen Reiche angehörende feste, nicht gasförmige Substanzen in der Luft, welche von dem Erdboden durch sich entwickelnde Gase oder Dünste oder durch Luftströmungen mechanisch mit fortgerissen worden sind, und entweder unschädlicher Natur sind, wie z. B. der Blüthenstaub und allerlei Mineralsubstanzen, oder vermöge ihrer besonderen Beschaffenheit über die mit ihnen in Berührung kommenden lebenden Wesen Tod und Verderben bringen. Die letzteren sind die sogenannten Miasmen, welche vorzugsweise in sumpfigen und morastigen Gegenden der Erdoberfläche sich erzeugen, von da zuweilen auch über andere Länder hin sich verbreiten und hier wie dort gefährliche Epidemieen veranlassen; man betrachtet sie als fein zertheilte organische Körperchen oder Stäubchen, welche meistens von Ammoniak begleitet und vielleicht in demsel-

den aufgelöst sind, als Produkte der fauligen Gährung und Verwesung thierischer und vegetabilischer Stoffe, als noch selbst in der Verwesung begriffene Körper, welche die Fähigkeit besitzen, auf andere Organismen und namentlich den thierischen Körper ihren eigenen Zustand zu übertragen, indem sie mit dem Blute des letzteren bei dem Einathmen der mit ihnen geschwängerten Luft in Berührung treten.

B. Bestandtheile der atmosphärischen Wasser.

Der vierte wesentliche und überall leicht nachweisbare Bestandtheil der Atmosphäre ist das Wassergas oder der Wasserdunst, von welchem hier nur angeführt werden mag, daß dessen Menge im Mittel nahezu ein Volumprocent beträgt und natürlich nach Tages- und Jahreszeiten, wie nach den Temperaturverhältnissen und in Folge zahlreicher lokaler Ursachen vielfachem Wechsel unterworfen ist. Das Wasser verdunstet fortwährend von der Oberfläche der Erde, der Wasserdunst steigt, vermöge seiner großen Leichtigkeit, in die Höhe und sammelt sich in den oberen Regionen der Atmosphäre, mehr oder weniger von der Erdoberfläche entfernt, in immer größerer Menge an, verdichtet sich zu Wolken, und fällt wiederum, wenn diese tiefer sich senken und die sie tragende Luftschicht ihnen nicht mehr das Gleichgewicht zu halten vermag, in der Form von Regen, Schnee oder Hagel auf den Erdboden nieder; oder der Wasserdunst verdichtet sich während der Nacht, in Folge der sich erniedrigenden Temperatur, zu Thau. Alle diese atmosphärischen Niederschläge müssen die Bestandtheile der Atmosphäre in sich aufnehmen, weil diese mehr oder weniger in dem Wasser sich aufzulösen vermögen, und man kann daher auch aus der Analyse des Regen- und Schneewassers rückwärts schließen auf den Gehalt der Atmosphäre an diesem oder jenem Bestandtheile.

1. Die Hauptbestandtheile der atmosphärischen Luft, das Sauerstoff- und das Stickstoffgas, sind, wie in jedem mit der Luft in Berührung befindlichen Wasser, auch in dem Regenwasser aufgelöst, und zwar hat das von dem Wasser absorbirte Gemenge beider Gasarten eine ziemlich constante procentische Zusammensetzung, es besteht nämlich aus etwa 31 Volumprocenten Sauerstoff und 69 Proc. Stickstoff. Das Kohlensäuregas dagegen findet sich in sehr abwechselnder Menge von 1 bis 4 und mehr Procenten in jener Luftmischung. Es ist also in der im Wasser aufgelösten Luft eine größere Menge Sauerstoffgas enthalten, als in der Atmosphäre selbst, in welcher, wie oben erwähnt wurde, nur 21, während hier 31 Proc. vorhanden sind, — eine Einrichtung der Natur, welche deshalb getroffen zu sein scheint, weil dadurch das Wasser die Fähigkeit erhält, eine größere Anzahl von thierischen Organismen in sich zu beherbergen, indem die Wasserthiere gewöhnlich nicht

unmittelbar aus der Luft den zu der Unterhaltung ihres Lebens nöthigen Sauerstoff einathmen, sondern wegen ihrer eigenthümlichen Organisation mit dem im Wasser aufgelösten sich zu begnügen gezwungen sind.

2. Außer den gasförmigen Substanzen, deren procentisches Mengenverhältniß nur unter besonderen Umständen eine Aenderung erleidet, enthalten die hier in Rede stehenden atmosphärischen Wasser stets auch eine kleine Menge fester, theils organischer, theils mineralischer Stoffe aufgelöst, die beim Verdampfen des Wassers als nicht flüchtige Körper auf dem Boden des Gefäßes zurückbleiben, und welche ebenfalls in der Atmosphäre in einem fein zertheilten Zustande sich befunden haben, indem sie mechanisch durch Gas- und Windströmungen von der Erdoberfläche fortgerissen, durch den Regen oder Schnee der letzteren wiederum zugeführt werden. Die Quantität dieser festen im Regen- oder Schneewasser aufgelösten Substanzen ist allerdings eine, verglichen mit der in dem Quellwasser enthaltenen, nur sehr geringe, denn sie beträgt in einem Kilogramm Wasser nur wenige Milligramme, und sie wird auch eine verschiedene sein, je nachdem die Luft, aus welcher das Wasser sich niederschlug, mehr oder weniger mit diesen fein zertheilten Körperchen geschwängert war; dennoch aber hat man aus den Resultaten mehrfacher Untersuchungen berechnet, daß nach einer mittleren Annahme jährlich auf die Fläche eines Hectar's (beinahe 4 preußische Morgen Landes) fast 150 Kil., oder auf die Fläche einer Quadratmeile $^1/_4$ Million Kilogramme von diesen festen, größtentheils mineralischen Stoffen niederfallen, und hierdurch erklärt sich das Vorkommen gewisser Mineralstoffe in der Asche von Pflanzen, welche auf einem Boden gedeihen, der, der chemischen Untersuchung zu Folge, vorher keine Spur jener Stoffe enthielt. Ohne für die Genauigkeit und Richtigkeit der angedeuteten Berechnungen einzustehen, will ich nur noch bemerken, daß man dieselben festen Stoffe in dem Regenwasser gefunden hat, die man auch, nur in verschiedenen Mengenverhältnissen, in jedem andern Wasser antrifft, nämlich kohlensaure Kalkerde und Magnesia, Kochsalz, Gips, schwefelsaures Kali, Eisen, Thonerde, Kieselerde und organische, stickstoffhaltige Substanzen.

3. Das Regenwasser enthält in der Regel noch kleine Quantitäten von kohlensaurem und von salpetersaurem Ammoniak, welche Stoffe Liebig zuerst nachwies, indem er zu gleicher Zeit auf die Bedeutung derselben für das Pflanzenleben aufmerksam machte. Der Gehalt an salpetersauren Salzen rührt her von der Entladung der Luftelektricität, denn jedesmal, wenn ein Blitz aus der Gewitterwolke zur Erde niederfährt, wird eine chemische Verbindung derjenigen Sauerstoff- und Stickstofftheilchen bewirkt, welche unmittelbar von dem elektrischen Funken getroffen oder berührt werden, ohne

daß diese Verbindung seitwärts weiter den Bestandtheilen der atmosphärischen Luft sich mittheilt. Das Resultat jener chemischen Verbindung zwischen dem Sauerstoff und Stickstoff ist die Entstehung von Salpetersäure. Die Gesammtmenge an Ammoniak und Salpetersäure, welche durch die atmosphärischen Wasser dem Erdboden zugeführt wird, betrug im Jahre 1851 bis 1852 nach den Beobachtungen Barral's, bei Paris, auf die Fläche eines Hectar's berechnet, 13,79 Kil. Ammoniak und nicht weniger als 46,50 Kil. Salpetersäure, zusammen also 24,51 Kil. chemisch gebundener Stickstoff.

Die Menge des in dem Regenwasser enthaltenen Ammoniaks wird wesentlich bedingt sein durch lokale Verhältnisse. In der Nähe einer großen Stadt wie Paris muß mehr Ammoniak in der Atmosphäre sich verbreiten, als entfernt von den Städten, über dem platten Lande, und wahrscheinlich wird an einem höher gelegenen Orte, im Gebirge, mit dem Regen dem Erdboden weniger Ammoniak zugeführt werden, als in der Ebene. Die Richtigkeit der ersteren Behauptung hat Boussingault durch sehr zahlreiche Beobachtungen bestätigt; er hat nämlich in größerer Entfernung von der Stadt, vom 26. Mai bis zum 16. November 1853 im Ganzen 75 Regenwässer gemessen und damit 137 Ammoniakbestimmungen vorgenommen, außerdem den Ammoniakgehalt des Thaues und des Nebels untersucht und gefunden, daß in 1 Liter des als Regen, Thau oder Nebel gefallenen Wassers durchschnittlich $^1/_2$ Milligramm Ammoniak enthalten war. Nach diesen Beobachtungen würden mit den jährlich im Durchschnitt auf die Fläche eines Hectar's als Regen oder Schnee niederfallenden 6 Millionen Litern oder Kil. Wasser im Ganzen nur 3 Kilogramm Ammoniak dem Erdboden zugeführt werden, also weit weniger, als Barral in oder bei Paris beobachtete. Eine ähnliche Menge Ammoniak fand auch Filhol in dem Regenwasser, welches in einiger Entfernung von Toulouse 1855 gefallen war; im Mittel sehr zahlreicher Untersuchungen betrug der Ammoniakgehalt in einem Liter 0,65, also $^2/_3$ Milligramm, während in dem Regenwasser, welches in der Mitte der Stadt aufgesammelt war, oft die 5- bis 10fache Menge nachgewiesen wurde. Aus demselben Grunde, weshalb die Atmosphäre in größerer Entfernung von Städten in der Regel weniger Ammoniak enthält, als in der Nähe derselben, wird wahrscheinlich auch in einem kälteren Klima und in hoher Gebirgslage weniger Ammoniak in der Atmosphäre verbreitet sein, als in der Ebene; die Quellen des Ammoniaks können dort nicht so reichlich fließen, wie hier.

Wegen der leichten Löslichkeit des in der Atmosphäre enthaltenen kohlensauren Ammoniaks muß das bei einem Regen zuerst niederfallende Wasser verhältnißmäßig mehr Ammoniak dem Boden zuführen, als

das später herabfallende Wasser desselben Regens; nach lange anhaltender Trockenheit muß in dem Regenwasser mehr Ammoniak aufgelöst sein, als bei anhaltend feuchter Witterung, in heißeren Klimaten mehr als in kälteren Ländern, bei schwachem aber häufig wiederkehrendem Regen mehr, als bei heftigen Regengüssen. Zur Bekräftigung des Erwähnten mögen die folgenden Beobachtungen Boussingault's dienen.

a. Am 26. August begann der Regen Abends 4½ Uhr; es hatte seit zwei Tagen nicht geregnet. Um 6 Uhr hörte man Donner, um 6¼ Uhr regnete es nicht mehr.

b. Am 28. August begann der Regen Morgens 7½ Uhr und dauerte bis 11 Uhr schwach fort.

c. In der Nacht vom 5. bis 6. September erhob sich ein sehr heftiger Orkan; Bäume wurden entwurzelt. Am 6. September dauerte der Wind mit äußerster Heftigkeit fort, indem er seine Richtung mehrfach änderte. Um 10 Uhr des Morgens fing es an zu regnen und es regnete fort bis zum 7. September.

d. Es hatte von dem 7. bis zum 24. September keinen Tropfen geregnet. Das Wetter war immer sehr schön gewesen und der Boden so hart geworden, daß er nur mit Mühe bestellt werden konnte. Am 24. September zwischen 11 und 12 Uhr fing es bei schwachem Westwind an zu regnen. Anfangs fielen sehr große Tropfen, aber nur einzeln; nach und nach nahm der Regen zu, um 1 Uhr fiel er sehr stark, von da an ließ er allmälig nach bis Nachmittag 3 Uhr, wo er aufhörte.

Bei jedem einzelnen Regenfalle wurde das Ammoniak in mehreren auf einander folgenden Portionen Wasser bestimmt und die Menge des Ammoniaks jedesmal auf 1 Liter Wasser berechnet. Die bei diesen Beobachtungen gefundenen Ammoniakmengen findet man in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

	26. Aug.	28. Aug.	6—7. Sept.	24. Sept.
	Milligr.	Milligr.	Milligr.	Milligr.
1. Portion	3,75	1,15	1,43	6,59
2. „	1,91	0,77	0,49	3,07
3. „	1,33	0,61	0,31	1,40
4. „	0,61	0,23	0,31	0,39
5. „	0,53	0,14	0,21	0,36
6. „	0,64	0,08	0,08	
7. „		0,10	0,08	
8. „		0,03		

Stellt man die Regen in eine Reihe zusammen, je nach der Menge Wasser, welche sie in den Regenmesser lieferten, so hat man für den Ammoniakgehalt in 1 Liter Wasser folgende Zahlen:

Von 20 — 31	Millimeter	0,41	Milligrm. Ammoniak.
„ 15 — 20	„	0,40	„ „
„ 10 — 15	„	0,45	„ „
„ 5 — 10	„	0,45	„ „
„ 1 — 5	„	0,70	„ „
„ 0,5 — 1	„	1,21	„ „
„ 0 — 0,5	„	3,11	„ „

Der Gehalt des in der Form von Thau und Nebel mit dem Erdboden in Berührung kommenden Wassers ist gewöhnlich größer, als der des Regens, wie ebenfalls aus den Beobachtungen Boussingault's sich ergiebt.

1. Thau.

	Ammoniak in 1 Liter Wasser.
Nacht v. 18 — 19. Aug.	3,14 Milligr.
„ 9 — 10. Sept.	6,20 „
„ 11 — 12. „	6,20 „
„ 21 — 22. „	6,20 „
„ 24 — 25. „	1,02 „
„ 27 — 28. „	6,20 „

2. Nebel.

	Ammoniak in 1 Liter Wasser.
26 — 27. Oct.	5,28 Milligr.
27 — 28. „	7,21 „
4. Novbr.	5,13 „
6 — 7. „	2,56 „
7. „	3,00 „
8. „	4,56 „
14 — 16. „	49,71 „

Der Nebel vom 14 — 16. November war durch seine Ausdehnung und Undurchsichtigkeit merkwürdig; das Wasser, welches er absetzte, war vollkommen durchsichtig, aber es enthielt so viel Ammoniak, daß es geröthetes Lakmuspapier augenblicklich blau färbte.

Aus den hier mitgetheilten und ähnlichen von Lawes und Gilbert in England angestellten Beobachtungen läßt sich wohl im Allgemeinen die Menge des kohlensauren Ammoniaks berechnen, welche auf einer bestimmten Fläche im Durchschnitt jährlich durch das Regenwasser dem Boden zugeführt wird; wir haben aber damit noch keinen Maßstab zur Beurtheilung der Ammoniakmenge, welche in einem bestimmten Zeitraume aus dieser Quelle dem Wachsthum der Pflanzen und deren Kultur zu Gute kommt. Wegen der Flüchtigkeit des kohlensauren Ammoniaks muß es nämlich aus dem Boden fortwährend, so bald er hinlänglich feucht ist, mit dem Wasserdampf in größerer oder geringerer Menge wieder entweichen, je nachdem die physikalische und chemische Beschaffenheit des Bodens die Verflüchtigung mehr oder weniger begünstigt. Eine sehr kurze Zeit, während der es nicht regnet, genügt, damit die untersten Schichten der Atmosphäre kohlensaures Ammoniak wieder aufnehmen, welches durch den nächsten Regen der Erde wieder zugeführt wird. Es besteht also ein ewiger Wechsel von Aufsteigen des kohlensauren Ammoniaks in Gasform und Niederfallen im gelösten Zustande. Anders verhält es sich mit dem salpetersauren Ammoniak, welches sich ebenfalls in allen meteorischen Wässern, nicht blos im Gewitterregen, findet und zwar,

wie es scheint, in bedeutend größerer Menge, als man bisher anzunehmen geneigt war. Das salpetersaure Ammoniak ist nicht flüchtig; es kann freilich im Boden unter gewissen Verhältnissen eine Umsetzung erleiden und zu der Bildung von kohlensaurem Ammoniak Anlaß geben, wozu aber doch ein längeres Verweilen im Boden nöthig sein möchte. Die landwirthschaftliche Bedeutung des Vorkommens von kohlensaurem Ammoniak und von salpetersaurem Ammoniak in den atmosphärischen Wässern soll in später folgenden Abschnitten dieser Schrift erörtert werden.

Zweiter Abschnitt.

Wirkung der atmosphärischen Stoffe auf den festen Theil der Erdoberfläche.

Entstehung der fruchtbaren Ackerkrume.

A. Zerstörung und Verwitterung der Gesteine.

Die Ackerkrume, welche den Pflanzen Nahrung und Befestigung gewährt, ist gewöhnlich aus zweierlei Stoffen zusammengesetzt, sie besteht zum größeren Theile aus Mineralsubstanzen, wie Sand, Thon, Kalk und gewissen auflöslichen Salzen, zum kleineren Theile aus Stoffen, deren Ursprung im organischen Reiche der Natur zu suchen ist, und die unter dem Namen von Humus oder humusartigen Substanzen bekannt sind. Wir sehen noch gegenwärtig an manchen Orten der Erdoberfläche feste, krystallinische Gesteinsmassen in Folge der atmosphärischen Einflüsse nach und nach sich abrunden, in kürzerer oder längerer Zeit bis zu einer größeren oder geringeren Tiefe zu einer lockeren Erde auseinander fallen, und ihre Oberfläche allmälig mit einer Vegetation sich überziehen, deren Ueberreste, zu Humus umgewandelt, wiederum die Veranlassung werden zu der Bildung von neuen mannichfaltigen und immer üppiger sich entwickelnden Pflanzen. Die Geologie lehrt uns, daß es eine Zeit gegeben hat, zu welcher keine Pflanze auf der Erde sich entwickeln konnte, zu welcher noch keine Spur von Ackerkrume, ja nicht einmal von lockeren, erdigen Gesteinen vorhanden war; die ganze Erdrinde bestand einzig und allein aus festen, krystallinischen, harten Felsen, und aus deren Zerstörung ist allmälig erst das Material geliefert worden zu der Ablagerung von erdigen Schichten und zu der Bildung einer nach und nach einen großen Theil der Erdoberfläche überziehenden pflanzenernährenden Ackerkrume. Um die Erscheinungen und chemischen Prozesse, welche der Entstehung einer fruchtbaren Ackerkrume vorangehen oder dieselbe begleiten, in der nöthigen Klarheit aufzufassen, muß ich hier der Wissenschaft der Geologie ein Kapitel

entlehnen, in welchem man den Einfluß der atmosphärischen Bestandtheile auf die festen Gesteine oder die allmälige Zerstörung und Verwitterung der Felsmassen, die Bereitung des unorganischen zur Bildung der Ackerkrume erforderlichen Materials, erklärt und beschrieben findet.

Die Zerstörung der Gesteinsmassen findet statt unter dem doppelten Einflusse von mechanischen und von chemischen Kräften. Mechanisch wirken die tropfbar und elastisch flüssigen Stoffe, d. h. das Wasser und die Luft durch ihre Masse, durch den Druck ihres Gewichtes, entweder im Zustande der Ruhe oder hauptsächlich, wenn sie in Bewegung sich befinden, sei es, indem das atmosphärische Wasser aus den Wolken auf die Erde niederstürzt, oder aus den höheren Theilen der Gebirge, über steile Abhänge hinrauschend, die niedrigeren Gegenden mit Sand- und Schlammmassen anfüllt, sei es, indem die durch gewaltige Stürme aufgeregten Wogen des Meeres gegen die Ufer anbrausen, und die hier befindlichen festen Felsmassen untergraben, zerbröckeln und zerstören. Selbst die Luft, wenn sie durch Orkane in Bewegung gesetzt wird, wie sie Bäume zu entwurzeln und Häuser umzustürzen im Stande ist, trägt bei zur mechanischen Zerstörung der Gesteine.

Den Beginn des Zerfallens fester krystallinischer Gebirge bezeichnet das Entstehen vielfacher feiner Risse und Spalten an ihrer Oberfläche in Folge hauptsächlich des stets in der Atmosphäre stattfindenden Temperaturwechsels. Alle Körper, die festen sowohl, wie die flüssigen und gasförmigen, ziehen sich bei ihrer Abkühlung, bei Erniedrigung der Temperatur, in einen kleinern Raum zusammen, während sie durch den Einfluß der Wärme sich ausdehnen. Gleichmäßig, ohne Störung der gegenseitigen Lage ihrer kleinsten Theilchen, geschieht dieses nur bei gleichartig in ihrer ganzen Masse zusammengesetzten, bei homogenen Körpern und auch bei diesen nur, wenn sie zu gleicher Zeit in allen ihren Theilen der Erwärmung oder der Abkühlung ausgesetzt sind. Die Felsarten enthalten aber fast durchgängig mehrere ungleichartige Bestandtheile, verschiedene Mineralien, welche in einem mechanischen Gemenge neben einander gruppirt liegen. Diese verschiedenen Mineralien erleiden durch Temperaturveränderungen eine ungleiche Ausdehnung oder Zusammenziehung; außerdem wird nur die Oberfläche des Gesteins von dem Temperaturwechsel der Atmosphäre getroffen, während das Innere desselben keinen Theil daran hat. Hierdurch muß der Zusammenhang im höheren oder geringeren Grade gehoben werden, es entstehen kleine Risse, welche, einmal entstanden, wegen der Starrheit, der Unbeweglichkeit der Masse nicht wieder verschwinden können, sondern an Zahl immer zunehmend von der Oberfläche aus immer tiefer in das Innere des Gesteines eindringen. In den so entstandenen Rissen sammelt sich das atmosphärische Wasser, welches schon durch sein Gewicht auf die

Seitenwände der Spalten drückt, vermöge der Beweglichkeit seiner Theilchen in die kleinsten Poren der Gesteine eindringt, und in Folge seiner größeren Zusammenziehung und Ausdehnung durch den Temperaturwechsel immer mehr zur mechanischen Zerstörung der festen Masse beiträgt. Ganz besonders bemerkt man das Zerfallen der Gesteine im Winter durch das oft sich wiederholende Gefrieren des Wassers. Dieses hat nämlich, verschieden von anderen Flüssigkeiten, die Eigenschaft, nur bis zu einem gewissen Grade mit der Abkühlung auf ein kleineres Volumen sich zusammenzuziehen, es hat bei ungefähr + 4° seine größte Dichtigkeit und Schwere, von diesem Punkte an bis zu seiner Erstarrung bei 0° nimmt es wiederum an Umfang zu, das feste Eis ist leichter als das flüssige Wasser, das erstere schwimmt auf dem letzteren. Die Kraft, mit welcher diese Ausdehnung des Wassers bei seinem Uebergange in den festen Zustand stattfindet, ist eine außerordentlich große; man hat hohle eiserne Kugeln mit dicken Wänden, ganz mit Wasser angefüllt, bei dem Gefrieren desselben zerspringen sehen. Aus derselben Ursache werden auch große Felsmassen von einander losgerissen, bei dem Aufthauen des Eises verlieren sie ihren Stützpunkt und stürzen zerbröckelnd und zerfallend in die Thäler hinab, wo sie am Fuße der Felsen durch dieselben Einflüsse eine immer größere Zerkleinerung erleiden. Das strömende Wasser der Flüsse oder die Wogen des Meeres treten mit diesen Trümmern in Berührung, runden sie ab und führen sie immer mehr zerbröckelnd oftmals weit von ihrer ursprünglichen Lagerstätte fort, um in einem ruhigeren Wasser diese mechanisch zerfallenen Gesteine wiederum abzulagern. Die zerbröckelten und gepulverten Massen werden dann später, wenn vielleicht durch irgend eine Ursache das Wasser aus seinem alten Bette sich entfernt und das Land trocken gelegt wird, die erste Veranlassung zu der baldigen Entstehung einer fruchtbaren Ackerkrume. Die Vegetation selbst, wo sie einmal angefangen hat, die kahle Oberfläche der Felsen zu bedecken, ist auch thätig bei der Zertrümmerung des Gesteins, indem die Wurzeln in die kleinsten Risse und Spalten eindringen, und wenn sie durch die Kraft der Vegetation an Länge und Umfang zunehmen, in Folge dieser Ausdehnung gleichsam wie Hebel und Keile wirken, und größere oder kleinere Stücke vom Muttergesteine loszulösen im Stande sind.

In der Natur ist Alles in einer steten Wechselwirkung begriffen, fast kein in derselben auftretender Prozeß steht für sich allein da, man muß das Ganze der Natur begreifen, wenn man eine einzelne Erscheinung in allen ihren Ursachen und Folgen gründlich erklären und verstehen will. So nehmen auch die mechanischen Kräfte an der Zerstörung und Zertrümmerung der festen Gesteine niemals ausschließlich Theil, sie werden stets begleitet und unterstützt durch den gleichzeitigen Einfluß chemischer Prozesse;

und das schließliche Resultat aller dieser zusammenwirkenden Kräfte ist die Bildung einer lockeren, erdigen, oft fast staubähnlichen Masse, dem Hauptbestandtheile eines gleichmäßig der Entwicklung aller Pflanzen günstigen Grund und Bodens, soweit Klima, Lage und lokale Verhältnisse überhaupt diese gestatten.

Den chemischen Prozeß, durch welchen die festen Gesteine eine wesentliche Veränderung erleiden, indem aus ihnen einzelne Bestandtheile ausgeschieden werden oder durch Hinzutreten von außer ihnen befindlichen Stoffen ganz andere Körper entstehen, nennt man vorzugsweise den Verwitterungsprozeß der Gesteine. Diese Umwandlung, eingeleitet und begünstigt durch die bereits angedeuteten mechanischen Einflüsse, ist bedingt durch die Einwirkung der Bestandtheile unserer Atmosphäre auf die in den festen Felsmassen vorkommenden eigenthümlichen Stoffe und Verbindungen. Von den Bestandtheilen der Atmosphäre ist es zunächst das Wasser, welches hier chemisch zersetzend und verändernd thätig ist, außerdem ist für den erwähnten Prozeß auch die Gegenwart des Sauerstoffgases und des Kohlensäuregases von Bedeutung, während das Stickstoffgas, wie überhaupt fast bei allen Prozessen, auch hier sich indifferent verhält, keinerlei direkten Einfluß äußert. Ehe ich näher auf den Verlauf des Verwitterungsprozesses eingehe, muß ich einige allgemeine Bemerkungen über die Zusammensetzung der Gesteine überhaupt vorausschicken, während ich hinsichtlich des Speciellen dieser Zusammensetzung auf die in einem anderen Abschnitte abgehandelte Bodenkunde verweise.

Der Theil unseres Erdkörpers, welcher unmittelbar unter der mit einer Vegetation überzogenen Oberfläche liegt, besteht entweder aus erdigen, losen Sand-, Thon- und Kalkmassen, die oft auch dicht werden und nicht selten deutlich schichtenweise übereinander sich abgelagert haben, oder er wird gebildet von harten, festen, durch und durch zusammenhängenden Gesteinen, welche gewöhnlich aus größeren oder kleineren, mehr oder weniger deutlichen Krystallen zusammengesetzt sind. Die letzteren, die sogenannten krystallinischen Gesteine, bilden hier allein den Gegenstand unserer Betrachtung, denn aus ihnen ist im Verlaufe von Millionen Jahren durch den Verwitterungsprozeß fast die ganze Masse des Materials zur Bildung der ersteren, erdigen und geschichteten Steinablagerungen erzeugt worden.

Die gewöhnlichen krystallinischen Gesteine sind nur aus einer geringen Anzahl verschiedener Mineralien zusammengesetzt, von denen ich hier nur Quarz, Feldspath, Glimmer, Augit und Hornblende zu nennen brauche. Diese Mineralien, welche in den krystallinischen Gesteinen in verschiedener Menge und auf verschiedene Weise neben einander gelagert vor-

kommen, zerfallen wiederum in zwei Klassen, je nachdem sie unter ihren Bestandtheilen in größerer Menge Alkalien, nämlich Kali oder Natron, die Grundbestandtheile der Pottasche und der Soda, enthalten oder eine bedeutende Quantität von Eisen in ihnen vorhanden ist; zu der ersteren Klasse gehören der Feldspath und der Glimmer, zu der letzteren der Augit und die Hornblende, während der Quarz für sich allein dasteht und weder Alkalien noch Eisen enthält. Jene alkali- und eisenhaltigen Mineralien sind der Verwitterung ausgesetzt, der Quarz aber nicht, er besteht aus reiner Kieselerde, aus einem Stoffe, welcher durch keinerlei atmosphärischen Einfluß eine chemische Zersetzung oder Umwandlung erleiden kann, er wird nur durch die bereits angedeuteten mechanischen Kräfte allmälig zerbröckelt und liefert in seiner Zertrümmerung lose Sandmassen, oder hat in früheren Perioden der Erdgeschichte das Material für die Bildung mächtiger Sandsteinablagerungen hergegeben. Die am häufigsten auftretenden krystallinischen Gesteine sind entweder Gemenge von Feldspath, Quarz und Glimmer, wie der Granit und der rothe Porphyr, oder sie enthalten neben einem feldspathartigen Mineral als wesentlichen Gemengtheil Augit oder Hornblende, zwei Mineralien, welche in Folge ihres großen Eisengehaltes meist eine dunkelgrüne oder schwarze Farbe besitzen, und dieselbe auch den Gebirgsarten mittheilen, in deren Zusammensetzung sie eingehen, Gebirgsarten, die man eben wegen dieser dunklen Färbung Grünsteine und schwarze Porphyre zu nennen pflegt; zu der letzteren Klasse der Gesteine kann man auch den Basalt rechnen. Die einfacheren Stoffe, aus welchen die genannten Mineralien zusammengesetzt sind, sind beim Feldspath außer den Alkalien noch Thonerde und Kieselerde; der Glimmer besteht aus denselben Stoffen, nur enthält er eine geringere Menge von Alkalien als der Feldspath und häufig außerdem noch Magnesia; die schwarzen Mineralien, der Augit und die Hornblende sind Verbindungen der Kieselerde mit Eisen, Kalkerde und Magnesia, oft auch mit Thonerde, während keine Spur von Alkalien in ihnen vorhanden ist.

Es giebt hauptsächlich zweierlei Arten von Verwitterung der Gesteine, die eine Art bemerkt man nur bei den alkalihaltigen Mineralien, also bei dem Feldspath und Glimmer, die andere betrifft die dunkeln eisenhaltigen Gesteine. Häufig wirken auch beide Arten gleichzeitig auf ein und dasselbe Gestein ein. Bei der einen Art der Verwitterung zerfällt das Mineral in zwei neue Körper, die Bestandtheile des Minerals fallen gleichsam auseinander und legen sich auf eine andere Weise und nach einer anderen Ordnung wiederum neben einander; bei der anderen Art der Verwitterung wird zunächst durch Hinzutreten des atmosphärischen Sauerstoffes zu den schon vorhandenen Bestandtheilen des Gesteines der Zusammenhang des letz-

teren aufgehoben und die Umwandlung in eine erdige thonige Masse bewirkt. Wir betrachten zuerst die Verwitterung des Feldspaths.

Der Feldspath zerfällt bei seiner Zersetzung in zwei neue Verbindungen, von denen die eine in Wasser auflöslich ist, nämlich die neuentstandene Verbindung eines Theiles der Kieselerde mit der ganzen Menge des Alkalis, die andere ist in Wasser unlöslich und eine Verbindung von dem anderen Theile der Kieselerde mit der ganzen vorhandenen Quantität der Thonerde. Der letztere Körper ist in Wasser unlöslich, aber er enthält Wasser chemisch gebunden, in einem festen, verborgenen Zustande unter seinen Bestandtheilen, es ist der Körper, den wir in seiner reinsten Abart Kaolin oder Porzellanerde nennen und welcher dann außer Thon- und Kieselerde etwa 13 Proc. Wasser chemisch gebunden enthält, in seinen unreinen Varietäten aber, gemengt mit Kalkerde, Sand, Eisen- und anderen Metalloxyden, unter dem Namen von Thon oder Lehm bekannt ist. Die zersetzend auf den Feldspath einwirkende Ursache liegt hier zunächst in dem in steter Berührung mit demselben befindlichen atmosphärischen Wasser. Das Wasser nämlich hat hier das doppelte Bestreben, einmal mit auflöslichen Mineralstoffen sich zu sättigen, andererseits mit dem neu sich bildenden unlöslichen Körper eine chemische Verbindung einzugehen. Wir wissen aus zahlreichen Versuchen, welche wir täglich in unseren Laboratorien im Kleinen ausführen, daß starke Säuren, wie Salpetersäure, Salzsäure oder Schwefelsäure, und starke Basen, wie die Alkalien, im Stande sind, auf viele Mineralien energisch zerstörend einzuwirken, einzelne Bestandtheile aus denselben auszuziehen und aufzulösen, andere ungelöst zurückzulassen. Auf ähnliche Weise wirkt auch das Wasser auf die festen Gesteine ein, aus denen sich auflösliche Stoffe abscheiden können, wie namentlich auf den Feldspath; das Wasser ist gleichsam die schwächste aller Säuren und aller Basen. Was wir mittelst jener starken Agentien in wenigen Augenblicken, aber nur ganz im Kleinen, zu bewirken im Stande sind, das führt die Natur durch das so schwache Mittel des Wassers im Großen aus, aber in unendlich langen Zeiträumen, so langsam, daß ein Menschenleben noch bei weitem nicht hinreicht, um einen wesentlichen Erfolg dieser Einwirkung zu beobachten, aber dennoch ist dieser Prozeß thätig fort und fort, ohne Aufhören, in jedem Augenblicke, an jedem Punkte der Erdoberfläche. Das Resultat dieser durch viele Millionen und Billionen von Jahren, von dem Uranfange aller Dinge auf unserer Erdkugel bis zu der Gegenwart fortgesetzten Einwirkung ist die Bildung aller jener ungeheuren Thon- und Lehmmassen, welche wir aller Orten die Erdoberfläche bedecken und oft noch Tausende von Fuß tief unter derselben die Gesteine zusammensetzen sehen, Thonablagerungen, deren Material ohne Aus-

nahme durch die Verwitterung ursprünglich fester, krystallinischer Gesteine und vor allen andern durch Zerstörung des Feldspaths geliefert wurde, während die in demselben vorhanden gewesenen Alkalien aus dem unlöslichen Thon großentheils ausgewaschen wurden, von dem Wasser fortgeführt in Quellen, Flüssen, Seen und in dem Meere aufgelöst sich erhielten, oder wieder andere unlösliche Verbindungen eingingen.

Der Glimmer, ebenfalls ein häufig als Gemengtheil der festen krystallinischen Gesteinsmassen auftretendes Mineral, erleidet unter demselben Einflusse, wie der Feldspath, dieselbe Zersetzung; aber die Verwitterung desselben findet ungleich langsamer statt, weil der Glimmer bedeutend geringere Mengen von auflöslichen Alkalien enthält und diese mit größerer Kraft gebunden in sich zurückhält. Wir bemerken daher auch oftmals, daß der Glimmer sich noch völlig glänzend und unverändert erhalten, nur eine mechanische Zerkleinerung erlitten hat, während der Feldspath schon ganz und gar verwittert und zu Pulver zerfallen ist; häufig sehen wir gewissen Bodenarten eine große Menge kleiner stark glänzender Blättchen beigemengt, die Glimmer sind, und den unverwitterten Gemengtheil der Gebirgsart bilden, auf deren Oberfläche allmälig eine fruchtbare Ackerkrume entstanden ist, aber dennoch sind auch die Glimmerblättchen unter der nie aufhörenden Einwirkung des scheinbar so unschuldigen Wassers schließlich der Zerstörung geweiht, ihre Bestandtheile fallen auseinander, und einige derselben bieten in ihrem aufgelösten Zustande den auf diesem Boden sich entwickelnden Pflanzen eine willkommne Nahrung dar.

Die zweite Art der Gesteinsverwitterung betrifft namentlich die schwarzen Mineralien, nämlich den Augit und die Hornblende. Diese Fossilien enthalten unter ihren Bestandtheilen bedeutende Mengen von Eisen in einem oxydirten Zustande, d. h. in einer Verbindung mit Sauerstoff (Oxygen), die wir Eisenoxydul nennen, in welcher das Eisen die Fähigkeit hat, den mit ihm vermischten Stoffen jene grüne Färbung mitzutheilen; dieselbe Verbindung des Eisens ist auch in dem bekannten grünen Vitriol und in dem noch bekannteren grünen Bouteillenglase der färbende Bestandtheil der Masse. Das in dem Augit und in der Hornblende enthaltene Eisen ist aber nicht mit dem ihm zu Theil gewordenen Sauerstoff zufrieden gestellt, es hat ein großes Bestreben in sich, sich vollständig mit diesem Körper zu sättigen, es zieht das in der Atmosphäre vorhandene Sauerstoffgas an und verbindet sich mit einem Theile desselben. Durch die vollständige Sättigung mit Sauerstoff wird ein neuer und zwar gelblich-roth gefärbter Körper gebildet, der Eisenoxyd heißt. Aehnlich wie wir bemerken, daß ein Krystall des grünen Eisenvitriols, welchen man eine Zeit lang dem Einfluß der atmosphärischen Luft aussetzt, sehr

bald seine Durchsichtigkeit verliert, nach und nach mit einer gelbrothen erdigen Haut sich überzieht, die immer dicker wird, endlich die ganze Masse durchdringt und diese völlig in eine lockere Erde verwandelt, ganz ebenso und aus derselben Ursache werden auch jene grün gefärbten Mineralien zersetzt, sie verlieren ihre krystallinische Beschaffenheit und zerfallen zu einer lockeren eisenhaltigen Thon- und Kalkmasse auseinander. Der angeführte Prozeß der Verwitterung, wenn auch hauptsächlich durch die Gegenwart des Sauerstoffgases bedingt, wird unterstützt und beschleunigt durch Wasser und die stets in demselben aufgelöst vorhandene freie Kohlensäure. Durch das Wasser werden die auf einander einwirkenden Stoffe in eine innigere Berührung gebracht, und die Kohlensäure sucht auch chemisch mit verschiedenen Bestandtheilen jener Mineralien sich zu verbinden, mit dem Eisenoxydul, der Kalkerde und Magnesia.

Wir haben jetzt durch den zusammenwirkenden Einfluß verschiedener Kräfte von der allmäligen Zerstörung der festen über die Erdoberfläche verbreiteten massigen Gesteine uns Rechenschaft gegeben, von dem Auseinanderfallen derselben zu einer lockeren erdigen Masse, welche den Wurzeln der Pflanzen mit Leichtigkeit in das Erdreich einzudringen gestattet, und die zum größten Theile ein mechanisches Gemenge ist von Quarzsand oder einem aus kleineren oder größeren Bruchstücken mechanisch zertrümmerter Gebirgsarten gebildeten Sande, und von Thon, welches durchdrungen ist von feinzertheiltem kieselsaurem Kali, Natron, von Kalkerde, Magnesia, Eisenoxyden und verschiedenen anderen Metalloxyden.

Zu der Bildung einer fruchtbaren Ackerkrume ist außerdem, wie wir bald sehen werden, die Gegenwart von einigen anderen Mineralstoffen nothwendig, nämlich von Phosphorsäure, Schwefelsäure und Chlor in passenden Verbindungen mit basischen Körpern. Der Ursprung dieser Stoffe in der Ackerkrume ist gleichfalls nicht schwierig zu erklären, wenn wir bedenken, daß schwefelhaltige Mineralien in größerer oder geringerer Menge in fast allen Gesteinsarten auftreten, welche bei ihrer Verwitterung unter dem Einflusse des atmosphärischen Sauerstoffes zu der Entstehung von Schwefelsäure die Veranlassung geben, und ferner daß das Chlor in Verbindung gewöhnlich mit Alkalien in allen Wassern, in dem Meerwasser nicht allein, sondern auch im Flußwasser, in dem die Ackerkrume durchdringenden Quellwasser und selbst in dem Regenwasser, welches auf die Erde niederfällt, in nicht unbedeutender Menge vorhanden ist. Die Phosphorsäure bildet mit Kalkerde verbunden den Apatit, ein Mineral, welches freilich selten in großen Massen, dagegen aber fast in allen Gesteinen in kleiner Quantität vorkommt, und daher auch aus dem Boden unter geeigneten Verhältnissen von den Wurzeln der Pflanze

aufgenommen und durch den Saft derselben nebst anderen die Vegetation befördernden Mineralsubstanzen in alle Theile des Organismus hinübergeführt werden kann.

Wie diese Bestandtheile des Bodens und diejenigen der Atmosphäre zur Vergrößerung, zum Wachsthum der Pflanze beitragen, in welcher Form sie derselben dargeboten werden, und welche Umwandlungen sie in der lebenden Pflanze durch die Kraft der Vegetation erleiden, das ist die Aufgabe, deren Lösung in dem nächsten Abschnitte dieser Abhandlung versucht werden soll. Vorher aber müssen wir noch einen kurzen Blick werfen auf einige andere in der Ackerkrume vorhandene Körper, deren Ursprung in dem organischen Reiche zu suchen ist, auf die Zersetzung, welche thierische und namentlich vegetabilische Ueberreste in der Ackerkrume erleiden.

B. Humusbildung.

Mit dem Aufhören des Lebens, der organischen Thätigkeit in der Pflanze, wie in dem Thiere, fallen die todten Ueberreste der Organismen der zerstörenden Einwirkung der atmosphärischen Bestandtheile anheim. Wie die Verwitterung der festen Steinmassen hauptsächlich durch den Einfluß des Wassers und des Sauerstoffgases bedingt ist, so sind es wiederum dieselben Bestandtheile der atmosphärischen Luft, welche auch auf todte organische Körper zersetzend einwirken. Die Fäulniß und Verwesung der letzteren ist außerdem noch durch die Gegenwart einer hinreichend hohen Temperatur (wenigstens 9 bis 10°) bedingt. Für die Erklärung der Humusbildung in der Ackererde, in welcher die organischen Stoffe immer nur in verhältnißmäßig geringer Menge auftreten, indem sie gewöhnlich kaum 1 — 2, selten mehr als 4 — 5 Proc. der völlig ausgetrockneten Erde ausmachen, können wir uns hier beschränken auf die Betrachtung der Zersetzung, welche die *vegetabilischen* Substanzen erleiden.

Die Pflanze besteht ihrer Hauptmasse nach aus der *vegetabilischen* Faser oder Holzfaser, ferner aus Stärke, Zucker, Gummi ꝛc., überhaupt aus solchen Substanzen, welche eine innige chemische Verbindung sind von 3 einfachen Körpern, von Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff, und zwar sind die beiden letzteren Stoffe grade in solchen quantitativen Verhältnissen zugegen, wie sie das Wasser bilden, d. h. die Holzfaser zum Beispiel kann angesehen werden als bestehend aus Kohlenstoff und Wasser, ohne jedoch daß man annehmen könnte, das letztere wäre wirklich als solches vorhanden, es sind nur die Bestandtheile desselben zugegen und alle 3 angeführten Stoffe sind so innig mit einander verbunden, daß man das Wasser nicht austreiben kann, ohne gleichzeitig einen Theil des Kohlenstoffes in verschiedenen neuen

Verbindungen mit den Bestandtheilen des Wassers zu entfernen. In der Ackererde, bei der Zersetzung der vegetabilischen Faser entwickelt sich unter Aufnahme von atmosphärischem Sauerstoff hauptsächlich Kohlensäuregas und es scheidet sich Wasser aus, während in den Sümpfen oder Morästen, — wo eine große Masse organisch-vegetabilischer Substanz angehäuft ist und zugleich durch die Gegenwart einer großen Menge Wasser der leichte Luftwechsel und damit der vollkommene Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffes verhindert wird, — außerdem noch andere gasförmige Substanzen entweichen und in der atmosphärischen Luft sich verbreiten, von denen das Sumpfgas, ein Kohlenwasserstoffgas, das bekannteste Zersetzungsprodukt ist und schon oben als Bestandtheil der Atmosphäre erwähnt wurde. In der Ackererde, in welcher nur verhältnißmäßig wenige organische Ueberreste zugegen sind, und ebenso das Wasser gewöhnlich kaum hinreicht, die lockere Krume anzufeuchten, während der atmosphärische Sauerstoff leicht Zutritt hat und ihm eine große Oberfläche dargeboten wird, hier findet die Zersetzung der vegetabilischen Masse fast unter alleiniger Bildung von Kohlensäure und Wasser statt. Ehe jedoch die gänzliche Auflösung der Holzfaser in Wasser und Kohlensäure eintritt, verwandelt sie sich zunächst in den sogenannten Humus.

Der Humus ist kein bestimmter, scharf charakterisirbarer Körper, sondern eine Substanz, die fortwährend in Zersetzung begriffen ist, also in jedem Augenblicke ihre Zusammensetzung verändert und in Folge ihrer Umwandlung in Wasser und Kohlensäure, sehr bald gänzlich aus der Ackererde verschwinden müßte, wenn nicht die jährlich in der letzteren wachsenden und gedeihenden Pflanzen in ihren Ueberresten dem Boden immer neue Quellen zur Humusbildung lieferten.

Die Beobachtungen und chemischen Untersuchungen stimmen mit dem Gesagten überein. So verwandelten nach Saussure z. B. 240 Th. Eichenspähne, mit 10 Kubikzoll Sauerstoffgas eine kurze Zeit in Berührung, dieses in beinahe ebensoviel kohlensaures Gas, welches 3 Gewichtstheile Kohlenstoff enthält; das Gewicht der Spähne fand sich aber um 15 Th. vermindert und es hatten sich also bei jener Einwirkung noch 12 Gewichtstheile Wasser von den Elementen des Holzes getrennt. Trocknes, frisches Eichenholz enthielt in 100 Th. 52,53 Kohlenstoff und 47,47 Wasserstoff und Sauerstoff in dem Verhältniß, wie im Wasser; vermodertes Eichenholz, das aus dem Innern eines hohlen Eichenstammes genommen war, eine dunkelbraune Farbe besaß, aber noch vollkommen die Struktur des Holzes zeigte, enthielt 53,36 Kohlenstoff und 46,44 Wasserstoff und Sauerstoff ebenfalls in dem Verhältniß, wie im Wasser; eine andere Probe einer ähnlichen Substanz, von lichtbrauner Farbe und leicht zerreiblich, gab 56,211 Kohlen-

stoff und 43,789 Wasser. Man sieht also, daß, obgleich die absolute Menge des Kohlenstoffes sich vermindert, der procentische Gehalt desselben, je weiter die Vermoderung fortschreitet, immer zunimmt, welches nothwendig geschehen muß, weil stets außer der entweichenden Kohlensäure auch eine entsprechende Menge Wasser aus der Verbindung mit dem zurückbleibenden Kohlenstoff austritt. Es verbindet sich nach Liebig der Sauerstoff nicht unmittelbar mit dem Kohlenstoffe der vegetabilischen Substanz zu Kohlensäure, sondern er bildet zunächst mit dem Wasserstoff der frischen organischen Masse Wasser, wodurch der Sauerstoff und der Kohlenstoff der letzteren in eine innigere Berührung gebracht werden und zu Kohlensäuregas sich verbinden können. Das neu sich erzeugende Wasser bleibt noch zum Theil in einer loseren Verbindung mit dem Kohlenstoffe zurück und bewirkt, nach Liebig, daß das vermoderte Holz, obgleich es reicher an Kohlenstoff als das frische ist, nicht mehr mit Flamme brennt, sondern nur verglimmt.

Die durch die Fäulniß organischer Körper in der Ackerkrume entstehenden Substanzen kann man unter dem allgemeinen Namen von Moder, Dammerde, Humus oder Humussäure zusammenfassen; in der neuesten Zeit sind einer Reihe Humussubstanzen besondere Benennungen beigelegt worden, wie Quellsäure, Quellsatzsäure, Geinsäure, Huminsäure, Humin, Ulminsäure und Ulmin. Ich führe nur die Namen dieser Substanzen an, ohne auf die Eigenschaften derselben näher einzugehen, weil der wohlthätige Einfluß auf das Wachsthum der Pflanzen, welchen man einzelnen von ihnen vorzugsweise zuweilen zuschreibt, nicht entfernt genau festgestellt ist. Ich erwähne nur, daß fast alle diese Humussubstanzen in der Ackererde mit den oben genannten Erden und Alkalien Verbindungen eingehen, und daß sie namentlich auch stets mit größeren oder geringeren Quantitäten Ammoniak in Verbindung sich befinden, welches letztere nach der vollständigen Verwesung der organischen Stoffe wieder in eine solche Verbindung übergeht, in welcher es im hohen Grade fördernd auf das Wachsthum der Pflanze einwirkt.

Das Ammoniak ist ein wichtiger und nothwendiger Bestandtheil einer fruchtbaren Ackerkrume; es kann gewissermaßen zu den organischen in derselben vorhandenen Körpern gerechnet werden, denn es ist ein Zersetzungsprodukt organischer Substanzen, wir kennen mit Sicherheit keinen Prozeß in der Natur, durch welchen beträchtliche Mengen von Ammoniak gebildet würden, außer durch die Zerstörungsprozesse vegetabilischer und thierischer Organismen. Ich habe vorher erwähnt, daß die Hauptmasse der Pflanzen aus solchen Körpern besteht, die in ihren letzten Elementen aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff zusammengesetzt sind; außer ihnen

giebt es aber im Pflanzenreiche noch andere Körper, welche ebenfalls in allen Theilen der Pflanze, freilich in weit geringerer Menge, auftreten, und neben jenen Bestandtheilen noch das Element des Stickstoffes chemisch gebunden in sich aufgenommen haben; dieses ist noch weit mehr in dem thierischen Körper der Fall, welcher in chemischer Hinsicht hauptsächlich dadurch von dem vegetabilischen sich unterscheidet, daß in ihm der Stickstoff in ungleich größerer Menge in fester Form vorhanden ist. Solche organische Körper, welche Stickstoff als wesentlichen Bestandtheil enthalten, sie mögen dem Thier- oder Pflanzenreiche angehören, erzeugen bei ihrer Fäulniß außer Kohlensäure und Wasser auch eine gewisse im Verhältnisse zu dem in ihnen vorhandenen Stickstoff stehende Menge von Ammoniak, welches entweder gasförmig in der Atmosphäre sich verbreitet oder gebunden, z. B. an Humus, in dem Boden zurückbleibt. Die ganze Menge des Ammoniaks, welche in dem Erdboden oder in der Atmosphäre verbreitet ist, ist fast ausschließlich ein Produkt der Fäulniß, die Menge des in der Natur vorhandenen Ammoniaks oder des in ihm chemisch gebundenen Stickstoffes kann nur um ein Unbedeutendes zu- oder abnehmen.

Dritter Abschnitt.

Wechselwirkung zwischen Luft, Erde und dem vegetabilischen Organismus.

Keimen, Wachsthum und Ernährung der Pflanze.

Die Natur wirkt nicht allein zerstörend und auflösend, sondern auch bildend und verbindend. Dieselben Kräfte, welche durch ihre Aeußerungen die festesten Gesteine zerfallen machen und die abgestorbenen todten Organismen in wenige einfachere Verbindungen überführen, sie formen aus diesen Zerstörungsprodukten wieder neue Gebilde in mannichfacher Form und Schönheit. Nicht verschiedene Kräfte sind es, die hier zerstören, dort wieder aufbauen, nur verschiedene Aeußerungen einer und derselben Kraft, modificirt durch die Gegenwart oder das Hinzutreten eigenthümlicher Verhältnisse und Substanzen. Den kleinsten Theilchen der einfachen Stoffe, den Molekülen, ist das Bestreben eigen, stets neue Verbindungen einzugehen und die geringste Störung der bestehenden Verhältnisse ist hinreichend, diesem Bestreben eine neue Richtung zu geben. Wie wir in unseren Laboratorien im Stande sind, aus einem und demselben Körper, je nach der Höhe der Temperatur, der elektrischen Spannung, je nachdem man diese oder jene Substanz in innige Berührung mit dem ersteren Körper treten läßt, neue und ganz verschiedene Produkte entstehen zu lassen, ganz ähnlich werden in dem großen Laboratorium der Natur aus den bestehenden immer neue Verbindungen erzeugt, je nach den Umständen einfacher oder complicirter zusammengesetzt, als die früher vorhandenen. Die Stoffe haben in sich selbst die Fähigkeit, auf mannichfache Weise in Form, Eigenschaften und Zusammensetzung Aenderungen zu erleiden, keine neue und besondere Kraft tritt hinzu, um diese Umwandlungen zu bewirken. In dem lebendigen Organismus sind dieselben chemischen Kräfte, die Molekülarkräfte, thätig, welche außerhalb desselben zerstörend oder bildend auftreten; die sogenannte Lebenskraft sie ist gleichbedeutend mit der chemischen Anziehungskraft, welche überall in der ganzen Natur die Bildung und Um-

wandlung der Stoffe veranlaßt und in der organischen lebenden Welt nur deswegen eigenthümliche Gebilde und Verbindungen schafft, weil hier eigenthümliche Verhältnisse hinzukommen und die Thätigkeit jener Kraft auf neue Bahnen leiten. So wird in dem vegetabilischen Organismus unter dem Einfluß von Licht und Wärme und durch die mannichfache Form und gegenseitige Lage der Elementarorgane, aus denen die ganze Pflanze gebildet ist, die chemische Kraft zu anderen Aeußerungen veranlaßt, als sie außerhalb des Organismus zeigen würde, zu einer Thätigkeit, welche man die **Lebensthätigkeit des Organismus** nennen kann, insofern man einen Unterschied macht zwischen der lebendigen organischen Natur und der leblosen Mineralwelt. Wenn es dem Menschen gelänge, alle die Umstände genau zu ergründen, welche im vegetabilischen Organismus modificirend auf die Aeußerungen der chemischen Kräfte einwirken, und wenn er es verstände, diese Umstände künstlich herbeizuführen, so würde er auch außerhalb des Organismus der Pflanze dieselben eigenthümlichen und mannichfaltigen Stoffe hervorbringen können, welche jetzt fast ausschließlich im Organismus erzeugt werden. Nicht die Pflanze ist es, als Ganzes, als Individuum betrachtet, welche Holzfaser, Stärke, Zucker, Gummi, Oel ꝛc. entstehen läßt, sondern die Moleküle der einzelnen Organe bewirken unter dem Einfluß der vorhandenen äußeren Verhältnisse die Aufhebung des chemischen Gleichgewichtes unter den einfachen Stoffen und die Wiederherstellung desselben durch das Zusammentreten jener einfachen Stoffe zu neuen mehr oder weniger complicirten Verbindungen.

Wir haben in diesem Abschnitte das Leben der Pflanze zu betrachten, die Prozesse, welche während desselben thätig sind und zu dem Auftreten mannichfacher Erscheinungen die Veranlassung geben. Damit wir aber von der Stoffbildung und Umwandlung in der lebenden Pflanze eine deutliche Anschauung gewinnen können, müssen wir vorher das Material näher beleuchten und bestimmen, aus welchem im vegetabilischen Organismus der Pflanze neue Gebilde erzeugt werden. Wir haben daher hier die Fragen zu lösen: Was bedarf die Pflanze zu ihrer Nahrung? In welcher Form muß ihr diese Nahrung dargeboten werden oder welche Körper überhaupt sind die ihr unentbehrlichen Nahrungsstoffe? Wo sind diese Nahrungsstoffe in der Natur vorhanden und aus welchen Quellen können sie immer auf's Neue geschöpft werden? Auf welche Weise werden sie in den vegetabilischen Organismus eingeführt? Welche Erscheinungen treten bei der Assimilation oder Verarbeitung der Nahrungsstoffe durch die lebende Pflanze auf? Von welcher Beschaffenheit sind die neu erzeugten Stoffe und welche Umwandlungen erleiden sie in den verschiedenen Perioden der Vegetation? Alle diese

Fragen sollen in dem Folgenden erörtert und ihrer Lösung entgegengeführt werden, insofern solches bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse überhaupt möglich ist.

A. Die Nahrungsstoffe der Pflanze und deren Quellen.

Setzt man eine Pflanze oder einen Theil derselben einer hohen Temperatur, der Glühhitze, aus, so verschwindet der größte Theil der Masse oder nimmt vielmehr eine neue Form an. Nur ein kleiner Gewichtstheil bleibt als unverbrennliche Substanz zurück, es ist die sogenannte Asche, die unorganischen oder mineralischen Stoffe, welche durch die Pflanze während ihres Wachsthums dem Boden entzogen werden. Diese letzteren lassen wir hier vorläufig außer Acht. Die flüchtigen Produkte der Verbrennung geben sich bei näherer Untersuchung zu erkennen vorzugsweise als Kohlensäuregas, Ammoniakgas und Wasserdämpfe, dreierlei Körper, welche alle noch weiter zerlegt werden können und unter geeigneten Umständen in ganz einfache, unzerlegbare Elementarstoffe zerfallen, nämlich in Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff. Diese sind die letzten Grundbestandtheile aller organischen Körper und diese müssen in geeigneter Form der Pflanze dargeboten werden, wenn sie wachsen und gedeihen soll, denn in der Natur kann aus Nichts auch Nichts entstehen. Die Pflanze muß Nahrungsstoffe, welche die Elemente des Kohlenstoffes, Sauerstoffes, Wasserstoffes und Stickstoffes enthalten, von Außen her in ihren Organismus aufnehmen und verarbeiten.

Die Elemente selbst in ihrem freien, unverbundenen Zustande haben nicht die Fähigkeit zur Ernährung, zum Wachsthum der Pflanze beizutragen. Eine Pflanze, welche mit ihren Wurzeln in reine Kohle gepflanzt wird und von einer Atmosphäre umgeben ist, die aus freiem Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff besteht, findet, wenn auch sonst alle Bedingungen des Pflanzenlebens erfüllt sind, in dieser ihrer Umgebung keine Nahrung, die sie zu verarbeiten im Stande wäre, sie stirbt sehr bald ab wegen Mangel an Nahrung. Die Grundstoffe, welche zu neuen Körpern in der Pflanze zusammentreten sollen, müssen in ganz bestimmten Verbindungen der Pflanze zugänglich sein. Diese Verbindungen in der Natur aufzufinden und überhaupt nachzuweisen, welche Körper als Pflanzennahrungsstoffe zu betrachten sind, sei hier zunächst unsere Aufgabe.

a. Der Humus und dessen Ernährungsfähigkeit für die Pflanzen.

Die fruchtbare Ackerkrume enthält einen wichtigen Bestandtheil, den wir Humus nennen und dessen Entstehung aus den Ueberresten todter Organismen wir in dem vorigen Abschnitte kennen gelernt haben. Wir be-

trachten hier den Humus in seinem reinen, unvermischten und unverbundenen Zustande; in diesem besteht er nur aus drei Elementen, aus dem Kohlenstoff, dem Wasserstoff und Sauerstoff, von denen die beiden letzteren in denselben Mengenverhältnissen zugegen sind, wie im Wasser, so daß also der Humus, wie schon früher erwähnt wurde, als eine Verbindung von Kohle oder Kohlenstoff mit Wasser betrachtet werden kann. In diesem Humus nun sehen viele Landwirthe und auch einige Chemiker und Pflanzenphysiologen einen wesentlichen Nahrungsstoff der Pflanze, eine Quelle, aus welcher dieselbe eine größere oder geringere Menge des zu ihrer Ausbildung nöthigen Kohlenstoffes entnehmen kann und muß. Mein agriculturchemisches Glaubens- oder Ueberzeugungsbekenntniß lautet dagegen folgendermaßen:

Der Humus ist kein direktes Nahrungsmittel für die Cultur- und meisten anderen Pflanzen, aber ein wesentlicher Bestandtheil der Ackerkrume.

Der letzte Theil dieses Satzes betrifft einen Gegenstand, welcher anderswo, nämlich in der Bodenkunde, ausführlich erörtert werden wird; hier habe ich nur die Behauptung, daß der Humus kein direktes Nahrungsmittel für alle Cultur- und die meisten anderen Pflanzen sei, näher zu begründen.

Im Mittel kann man den Humusgehalt einer fruchtbaren Ackerkrume kaum höher annehmen als zu 1 Procent; für viele Bodenarten ist diese Schätzung schon zu hoch, für einige zu niedrig. Die Oberfläche des festen Landes nach Abzug der Sahara, der Gobiwüste und der vegetationsleeren Polarländer, hat man zu 3,000,000 Quadratmeilen berechnet (Schleiden). Das specifische Gewicht der fruchtbaren Ackerkrume, im natürlichen aufgelockerten Zustande, ist höchstens = 2, zweimal schwerer als ein gleiches Volumen reines Wasser. Setzt man nun auf jener ganzen Fläche die Tiefe der von Humus durchdrungenen Ackererde zu 1 Fuß, was jedenfalls die Wirklichkeit um ein Bedeutendes übertrifft, so ergiebt sich nach einer einfachen Berechnung das Gewicht der ganzen, gegenwärtig auf der Erdoberfläche vorhandenen, Humusquantität zu ungefähr 1000 Billionen Kilogramm. Der reine Humus enthält etwa 60 Procent Kohlenstoff, es würden also nach den obigen Voraussetzungen 600 Billionen Kil. Kohlenstoff in der Form von Humus auf der ganzen Erde zugegen sein. Man kann annehmen, daß auf der Fläche eines Hectar (Wald, Wiese und Ackerland) jährlich im großen Durchschnitt etwa 3600 Kil. an trockner vegetabilischer Substanz producirt oder, da die letztere nahe an 50 Proc. Kohlenstoff enthält, also 1800 Kil. Kohlenstoff durch die Vegetation jährlich fixirt, d. h. in die Form von Pflanzensubstanz übergeführt werden. Dieses auf den ganzen fruchtbaren Theil

der Erdoberfläche berechnet, würde einen Kohlenstoffgehalt der jährlich erzeugten vegetabilischen Masse zu 27 Billionen Kil. ergeben, oder etwa $^1/_{22}$ der in dem Humus berechneten Kohlenstoffmenge. Angenommen nun, die Pflanze zöge die ganze Quantität des von ihr assimilirten Kohlenstoffes aus dem Humus, so müßte der jährlich producirte Pflanzenstoff ohne Verlust wieder in Humus übergehen, im entgegengesetzten Falle aber der Humusgehalt des Bodens bald merklich sich vermindern. Prüfen wir nun im Folgenden die Richtigkeit der Annahme, ob wirklich die ganze Menge des in der Pflanze fixirten Kohlenstoffes dem Boden wiederum zugeführt wird und hier eine Umwandlung in Humus erleidet, so werden wir sehr bald zu der Ueberzeugung gelangen, daß dieses durchaus nicht der Fall sein kann, sondern daß in der That jährlich ein sehr bedeutender Theil des in der organischen Substanz enthaltenen Kohlenstoffes der Umwandlung in Humus sich entzieht und überhaupt als Bodenbestandtheil verloren geht. Es sind namentlich dreierlei chemische Prozesse, welche zerstörend und auflösend auf die vegetabilische Substanz einwirken, nämlich der thierische Ernährungs- oder Respirationsprozeß, der Verbrennungs- und endlich der Fäulniß- oder Verwesungsprozeß. Alle drei Prozesse haben den gemeinschaftlichen Charakter, daß während der Thätigkeit derselben der Kohlenstoff der organischen Substanz ganz oder zum großen Theile eine Verbindung mit Sauerstoff eingeht, als Kohlensäuregas entweicht und in der atmosphärischen Luft sich verbreitet. Die Menge des hierdurch auf der ganzen Erdoberfläche jährlich in Kohlensäure umgewandelten Kohlenstoffes läßt sich annähernd genau bestimmen.

Menschen und Thiere leben, entweder mittelbar oder unmittelbar, von vegetabilischen Nahrungsstoffen. Diese werden im lebenden Körper zersetzt, zum Theil assimilirt, zum Theil nach mannichfachen Veränderungen als Koth und Urin wiederum ausgeschieden. Das Gewicht der Excremente im getrockneten Zustande ist ungleich niedriger wie das der als Nahrung aufgenommenen Substanz; da nun im Normalzustande des erwachsenen Thieres dieses sein Gewicht nicht verändert, so müssen die zersetzten Nahrungsstoffe außer in den Excrementen noch auf andere Weise aus dem Körper entfernt werden. Dies geschieht durch den Respirations- und Transpirationsprozeß; durch Lunge und Haut entweicht eine sehr bedeutende Menge der ursprünglichen Nahrungssubstanz in der Form von Kohlensäure und Wasserdünsten. Wie groß die Menge dieses Verlustes ist, ergiebt sich aus den genauen Versuchen und Wägungen, welche von Boussingault ausgeführt worden sind. Ein Pferd z. B. verzehrt in 24 Stunden an Nahrungsmitteln (außer Trinkwasser)

an Heu	7,50 Kil.,	welche bei 100° getrocknet	6,47 Kil. wogen,
an Hafer	2,27 „	„ „ „ „	1,93 „ „
	9,77 Kil.		8,40 Kil.

Die vom Pferde in 24 Stunden gewonnenen Produkte waren:

Urin	1,33 Kil.,	welche bei 100° getrocknet	0,30 Kil. wogen,
Koth	14,25 „	„ „ „ „	3,51 „ „
	15,58 Kil.		3,81 Kil.

Der Verlust betrug an getrockneter organischer Materie 4,59 Kil., also über die Hälfte.

Eine Milchkuh verzehrte in 24 Stunden an

Kartoffeln	15,0 Kil.,	welche getrocknet	4,17 Kil. wogen,
Grummetheu	7,5 „	„ „	6,32 „ „
	22,5 Kil.		10,49 Kil.

Die von der Kuh in 24 Stunden gewonnenen Produkte betrugen:

Koth	28,41 Kil.,	welche getrocknet	4,00 Kil. wogen.
Urin	8,20 „	„ „	0,96 „ „
Milch	8,54 „	„ „	1,15 „ „
	45,15 Kil.		6,11 Kil.

Also eine Differenz an trockner organischer Substanz von 4,38 Kil. Diese Zahlenverhältnisse stimmen mit den Beobachtungen von Lassaigne bei dem Pferde überein, nach welchen die Menge des vom Pferde innerhalb 24 Stunden ausgeathmeten Kohlenstoffes 2 bis 3 Kilogr. beträgt, während der Verlust an organischer Materie nach den obigen Angaben beinahe die doppelte Menge, reichlich 4 Kil. ausmacht, in welchen fast genau 50 Proc., also die Hälfte des Gewichtes an Kohlenstoff enthalten ist.

Der Verlust an organischer Substanz bei dem Durchgange der Nahrungsstoffe durch den menschlichen Körper ist ebenfalls sehr bedeutend und den Beobachtungen zufolge verhältnißmäßig eher größer als geringer, wie bei irgend einem Thiere. Nach Scharling athmet der erwachsene Mensch an Kohlenstoff in der Form von Kohlensäure täglich etwa $^1/_3$ Kilogr. aus, welches auf einen täglichen Verlust an organischer Materie von wenigstens $^2/_3$ Kil. schließen läßt. Man nimmt wenigstens 1000 Millionen Menschen auf der Erde als lebend an; diese würden also, da ein Mensch jährlich ungefähr 120 Kil. Kohlenstoff ausathmet, 120,000 Millionen Kil. Kohlenstoff gasförmig in die Atmosphäre hinausführen. Das Thierreich athmet durch Haut und Lunge nach einer sehr niedrigen Schätzung wenigstens eine dreifach größere Quantität Kohlenstoff aus. Es wird also der Respirationsprozeß der gesammten Menschheit und Thierwelt jährlich ungefähr 480,000 Mill. Kil. Kohlenstoff aus dem festen Zustand in den gasförmigen umwandeln und

der Atmosphäre zuführen, oder zu dem Verschwinden von beinahe 1 Billion Kil. organischer Materie die Veranlassung geben.

Durch Vergleichung mehrfacher Erfahrungen hat Schleiden gefunden, daß die Quantität an Holz, welche die häuslichen Verbrennungsprozesse (Kochen und Heitzung) jährlich verzehren, für den Kopf im Mittel 1 Klafter beträgt. Da nun eine Klafter Holz etwa 1800 Kil. wiegt und nahezu 900 Kil. Kohlenstoff enthält, so ergiebt sich, daß 1000 Millionen Menschen für ihren häuslichen Gebrauch an Kohlenstoff jährlich 900,000 Millionen Kil. verbrennen und also das doppelte Gewicht an organischer Substanz zerstören. Nimmt man nun an, daß für technische Zwecke nur reichlich 100,000 Millionen Kil. Kohlenstoff verbrannt und als Kohlensäuregas der Atmosphäre zugeführt werden, so folgt, daß allein in Folge des Respirations- und des gewöhnlichen Verbrennungsprozesses nach einer sehr niedrigen Schätzung, jährlich ungefähr 1½ Billionen Kil. Kohlenstoff in den luftförmigen Zustand übergehen, während hierbei die oft ungeheuren Quantitäten Kohlenstoff, welche in Amerika und anderen Welttheilen durch Wald- und Präriebrände verzehrt werden, noch gar nicht in Anschlag gebracht worden sind.

Wenn schon die angeführten Zahlen von nicht geringer Bedeutung sind, so erscheinen sie doch überaus klein, wenn man sie mit denjenigen Größen vergleicht, welche die durch den Prozeß der Fäulniß und Verwesung jährlich in einfachere Verbindungen aufgelöste Quantität an organischer Materie bezeichnen. Wir lassen hier die beträchtliche Menge der unter besonderen lokalen Verhältnissen durch Gährung und Fäulniß in die Form von gasförmiger Kohlensäure übergeführten organischen Substanz außer Acht und richten unsere Aufmerksamkeit einzig und allein auf die Ackerkrume selbst und auf die hier überall unter dem Einfluß von Wärme, Feuchtigkeit und dem atmosphärischen Sauerstoff eintretende und fortdauernde Verwesung von organischen Materien oder Humussubstanzen. Saussure hat Versuche angestellt, um den Verlust zu ermitteln, welchen die Dammerde durch den Prozeß der Verwesung erleidet; er fand, daß dieser Verlust jährlich etwa 2 Procent der ganzen in der Ackerkrume enthaltenen verwesbaren organischen humusartigen Substanz beträgt. Dieses Resultat kann der Natur der Sache nach nicht völlig richtig sein; die äußeren, höchst verschiedenen Verhältnisse bestimmen den mehr oder weniger raschen Verlauf des in Rede stehenden Prozesses, in heißeren Zonen faulen und verwesen die abgestorbenen Organismen weit schneller als unter den kälteren Klimaten. Jenes Resultat aber, welches für unsere gemäßigte Zone unter den gewöhnlichen klimatischen Verhältnissen durch direkte Versuche festgestellt worden ist, mag hier als annähernd genau für die ganze mit einer Humusschicht bedeckte Erdoberfläche gelten. Es werden daher aus der Acker-

erde von den in derselben als vorhanden angenommenen 600 Billionen Kil. Kohlenstoff jährlich 2 Procent, also 12 Billionen Kil. durch den Verwesungsprozeß verflüchtigt, d. h. in Verbindung mit Sauerstoff als Kohlensäuregas der Atmosphäre zugeführt.

Aus den im Vorhergehenden angedeuteten Zahlenresultaten ersieht man, daß jährlich eine sehr beträchtliche Menge Kohlenstoff durch Respiration, Verbrennung und Verwesung aus seinen organischen Verbindungen in die Form der gasförmigen Kohlensäure übergeführt wird. Wenn daher der in der Pflanze gebundene Kohlenstoff keine andere Quelle hätte als den Humus des Bodens, so müßte in Folge jener Prozesse der Humusgehalt der Ackerkrume sehr bald verschwinden und schon nach einem Zeitraum von kaum 60 Jahren würde keine Spur von Humus auf der Erdoberfläche mehr vorhanden und diese selbst in eine öde, vegetationsleere Wüste verwandelt worden sein.

Nach Boussingault's Versuchen und Berechnungen liefert bei dem Anbau der verschiedensten Früchte (mit Ausnahme der Topinamburs) und bei der Durchführung verschiedener Fruchtfolgen ein Hektar Landes im Durchschnitt jährlich 2337 Kil. mehr organische Substanz, als das Gewicht des von Außen zugeführten Düngers im getrockneten Zustande beträgt, bei der zweijährigen Cultur der Topinamburs sogar einen jährlichen Ueberschuß von 13,077 Kil. trockner vegetabilischer Masse. Gleichwohl wird das Ackerland durch die Cultur nicht ärmer an Humus, sondern der Humusgehalt nimmt im Gegentheil fortwährend zu. Ebenso wird auf einer gleichen Fläche Wald- und Wiesenlandes jährlich ohne alle Düngung gegen 4000 Kil. vegetabilische Substanz erzeugt und geerntet, und dennoch verschwindet der Humus nicht aus dem Boden, dennoch nimmt die Menge desselben nicht ab. Das Wasser der Flüsse führt nicht unbedeutende Quantitäten organischer Materie in's Meer, entweder ganze Baumstämme und Thierleichen mit sich fortreißend oder indem es fein zertheilte humose Schlammmassen beigemengt enthält. Der Landmann zerstört häufig den Humus in der Ackerkrume und vermindert die Quantität desselben durch verschiedene Operationen, welche keineswegs eine Verminderung, sondern im Gegentheil eine oft bedeutende Erhöhung der Fruchtbarkeit des Bodens zur Folge haben. Die Auflockerung des Bodens mittelst Pflug, Spaten und Egge erleichtert den Zutritt der atmosphärischen Luft zu den Bestandtheilen der Ackerkrume und befördert damit die schnellere Verwesung der Humussubstanzen, welches in noch erhöhtem Maße der Fall ist, wenn eine Düngung mit Kalk oder Mergel dem Acker eine höhere Thätigkeit verleiht. Beweise genug, daß eine andere weit wichtigere Quelle vorhanden sein muß, aus welcher die Pflanze

ihren Kohlenstoff zu schöpfen vermag, da die Quelle des Humus ihr in dieser Hinsicht auch nicht entfernt genügt.

Einige speciellere Beispiele werden die Ueberzeugung vollends befestigen, daß der Humus des Erdbodens, wenn überhaupt irgend eine, so doch wenigstens nur eine verschwindend geringe Bedeutung als direktes Nahrungsmittel für die Pflanze beanspruchen kann. Ich entlehne die folgenden interessanten Thatsachen und Berechnungen den „Grundzügen der wissenschaftlichen Botanik" von Schleiden.

„Die Pampas von Buenos-Ayres zeigten bei ihrer Entdeckung durch die Spanier ganz denselben Charakter wie noch jetzt. Endlose Ebenen, mit einem meist dürftigen, nur stellenweise in den Niederungen üppigen Graswuchs und hin und wieder mit kurzem Gestrüpp von Algaroben und Acacien besetzt, hegten außer dem ernsthaften Bizcacho, dem Turuturu und ähnlichen kleinen Thieren nur Guanacoheerden und eine spärliche Bevölkerung. Das Alles ist geblieben, aber die Spanier führten zwischen 1530 und 1532 Pferde und Rindvieh ein, welche sich bald in ungeheurem Maßstabe vermehrten, so daß General Rosas Streifzüge gegen die Indianer oft in wenig Tagen 20,000 Pferde kosteten, daß zahllose Heerden von 15,000 Stück gänzlich wilder Pferde die Pampas durchstreifen und Pferd und Rindvieh fast gar keinen Werth hat. Dabei hat sich der Europäer dort ausgebreitet, in der Nähe der größeren Städte hat sich die Vegetation üppiger entwickelt und die Artischocke und die Distel haben große Strecken in Besitz genommen. Kurz die organische Substanz hat sich in diesem Gebiete, weit entfernt sich zu vermindern, vielmehr bedeutend vermehrt. Gleichwohl hat das Land ohne allen nur irgend zu veranschlagenden Ersatz an organischer Materie seit jener Zeit in immer steigendem Maße ungeheure Quantitäten organischer Substanz ausgeführt. Allein die Häute entsprechen mindestens einem jährlichen Verluste von 40 Millionen Kil. organischer Substanz. Aber das ist nur ein unbedeutender Theil. Nach dem Abgange können wir jene Heerden, ohne der Wahrheit auch nur nahe zu kommen, auf 20 Millionen Stück veranschlagen, und in einem Jahre vernichten diese durch den Ernährungsprozeß an organischer Substanz 30,000 Mill. Kil. oder in 100 Jahren 3 Billionen Kil. Alle diese organische Substanz muß von den Pflanzen geliefert worden sein, und wer möchte die unsinnige Behauptung aufstellen, daß alle diese Substanz als Humus oder sonst irgend eine organische Substanz in dem dürren Boden der Pampas gesteckt habe."

„Eine der auffälligsten Thatsachen, die nahe genug liegt, so daß sie längst die Vertheidiger der organischen Pflanzennahrung hätte aufklären müssen, wenn es ihnen nicht eben an allem freien Ueberblicke fehlte, wird von

der Alpwirthschaft geliefert. Kein Mensch denkt an Düngung der Alpwei-
zahlreiche Heerden werden im Sommer von dem Gras und den Kräutern der-
selben ernährt und geben ihnen in den Excrementen höchstens die Hälfte der als
Nahrung aufgenommenen organischen Substanz wieder, aber alljährlich wer-
den große Quantitäten Käse, dessen organische Substanz jene Alpweiden her-
gegeben haben, von den Alpen herabgeführt, ohne daß auch nur ein Gedanke
an Ersatz stattfände, ja häufig wird auch noch Heu gewonnen und für den
Winterbedarf mit in die Thäler genommen. Und diese Ausbeutung der
Alpen dauert schon viele Jahrhunderte, bei manchen wohl Jahrtausende und
nie hat Jemand eine Abnahme der Fruchtbarkeit dieser Alpen bemerkt. Kann
Einer ein solcher Thor sein, behaupten zu wollen, daß die dünne magere Erd-
decke, welche oft auf nacktem Fels liegt, in der That so reich an organischer
Substanz gewesen sei, um diesen beständigen Verlust ohne merkliche Verän-
derung zu tragen?"

„Die Oelpalmen Cocos nucifera und Elais guineensis wachsen im
Ufersand. Die Cultur der letzteren wird an der afrikanischen Westküste im
Großen betrieben und keine Spur der Düngung dem reinen, aber feuchten
Sande gegeben. Von 1821 — 1830 hatte England allein von der Guinea-
küste 52 Millionen Kil. Palmöl eingeführt und damit etwa 36 Millionen
Kil. Kohlenstoff, welche einem Boden entzogen wurden, der so gut wie gar
keinen Kohlenstoff enthält. Gegenwärtig beträgt die jährliche Einfuhr gegen
16 Mill. Kil. Oel, so daß der Boden, auf welchem die Palmen wachsen,
allein für die Bildung des zur Ausfuhr bestimmten Oeles jährlich etwa
12 Mill. Kil. Kohlenstoff liefern müßte."

„Das auffallendste Beispiel von Kohlenstoffproduktion bieten aber die
Bananen dar. Man pflanzt diese gewöhnlich als Stecklinge auf einen feuch-
ten, reichen Boden, ohne die geringste Düngung anzuwenden, und vom Augen-
blick an, daß sie tragfähig geworden, sammelt man 20 Jahre lang ihre Früchte,
ehe man neue Pflanzen setzt, nicht weil die alten aufhören zu tragen, sondern
weil sie durch das beständige Absterben der alten Schösse und das Auftreiben
neuer Wurzelschößlinge allmälig in Unordnung kommen. Nach Humboldt
erzeugen sich auf der Fläche eines Hektar jährlich etwa 170,000 Kil. Früchte,
welche ungefähr 80,000 Kil. trockner Substanz und somit mindestens
35,000 Kil. Kohlenstoff entsprechen, in 20 Jahren liefert also eine solche
Fläche die ungeheure Menge von 700,000 Kil. Kohlenstoff. Dabei wird
der Boden keineswegs ausgesogen, denn man bebaut vielleicht schon seit
Jahrtausenden auf den Südseeinseln denselben Boden; er wird vielmehr durch
die alljährlich absterbenden Massen der Blätter und Blattscheiden, trotz der

natürlich ungeheuer schnell vor sich gehenden Verwesung, immer reicher an Humus.“

Ungeachtet alle im Vorhergehenden erwähnten Thatsachen und Beobachtungen mit Bestimmtheit beweisen, daß die direkte Ernährungsfähigkeit des Humus fast gleich Null zu setzen ist, — könnte man doch behaupten, daß, wenn auch im Ganzen der Humus keine direkte Nahrungsquelle für die Pflanze sei, so doch eine geringe Menge desselben in den Organismus unmittelbar überginge und der freudig gedeihenden Pflanze unentbehrlich sei. Man hat diese Humusspuren hinsichtlich ihrer Wirkung verglichen mit der Rolle, welche das Kochsalz im thierischen Körper zu spielen scheint. So wie das Kochsalz hier unentbehrlich sei und die vollständigere Assimilation der Nahrungsstoffe selbst bewirke, so solle auch der Humus dort zu einem kräftigeren Wachsthum, zu einer vermehrten Stoffbildung die Veranlassung geben. Aber auch diese Idee kann nicht bestehen vor einer ruhigen Betrachtung der in der Natur im Großen sich darbietenden Erscheinungen, wie vor den Resultaten direkt angestellter Versuche.

Der Humus ist in dem Ackerboden in chemischer Verbindung zugegen mit den mineralischen Erden und Alkalien, namentlich auch mit dem Ammoniak. Er erlangt durch diese Verbindung einen gewissen Grad der Auflöslichkeit. Wird diese Auflöslichkeit durch Gegenwart bedeutender Mengen von Ammoniak zu sehr erhöht, so kränkelt die Pflanze und geht ein. Die Düngerjauche ist eine solche stark ammoniakhaltige Humuslösung; sie ist bekanntlich mit Vorsicht anzuwenden. Der Landwirth bringt den frisch auf den Acker gefahrenen Dünger nicht in unmittelbare Berührung mit der Saat; er läßt vielmehr dem mit dem Boden bedeckten Dünger erst einige Zeit, mit den Bestandtheilen des Bodens sich innig zu vermischen und verbinden. Während ein unmittelbar nach der Aufbringung des Düngers fallender starker Regen nicht wenige der Düngerbestandtheile aufzulösen und auszuwaschen vermag, wie die dann in den Wasser- und Beetfurchen stehende braune Jauche zu erkennen giebt, wird einige Zeit nach der frischen Düngung das überflüssige Wasser fast rein und farblos ablaufen. Das schwarze Torfwasser ist eine ziemlich concentrirte Humuslösung, es enthält sogenannten sauren Humus, in ihm gedeiht keine unserer gewöhnlichen Culturpflanzen. Die fruchtbare Ackerkrume färbt das mit ihr in Berührung gebrachte kohlensäurehaltige Wasser nur ganz schwach gelblich, die Lösung hinterläßt beim Eindampfen eine Salzmasse, die nur geringe Mengen von Humussubstanzen enthält. Ueberall also in dem Acker- und Wiesenboden muß der Humus in einem solchen Zustande und in solchen Verbindungen zugegen sein, daß er entweder gar nicht oder nur sehr wenig in Wasser sich auflöst. In jener

gelblichen Flüssigkeit, dem sogenannten Humusextrakt oder Dammerdeextrakt scheint die Humusverbindung kaum in vollkommner Auflösung sich zu befinden, wenigstens wird dieselbe sehr leicht und schon durch mechanische Mittel wieder aus der Lösung entfernt und abgeschieden. Schon der fein zertheilte Sand hat die Fähigkeit diese Abscheidung zu bewirken. Die Humuslösung nämlich dringt niemals tief in den Untergrund ein; wenn dieser sandig ist, so bemerkt man schon nahe unter der Ackerkrume oft kaum eine Spur von Humus, während doch das Regenwasser allenthalben den Untergrund durchzieht und unter geeigneten Verhältnissen sich ansammelnd, anderswo als Quellwasser wieder hervorsprudelt. Das Quellwasser enthält ebenfalls keinen Humus, oder doch nur sehr geringe Mengen; es ist farblos, hell und klar. Die Höhlen in Kalksteinterrains und selbst zuweilen alte Kellergewölbe werden nicht selten ausgekleidet und angefüllt mit sogenannten Tropfsteinbildungen, mit kohlensaurem Kalke, welcher in dem kohlensäurehaltigen Wasser aufgelöst, beim Verdunsten des letzteren im Innern der Höhlen sich in mannichfachen Formen wieder absetzt. Diese Höhlen und Gewölbe sind häufig überdeckt mit einer mächtigen Schicht einer fruchtbaren humosen Ackerkrume, welche das atmosphärische Wasser in sich aufnimmt und theilweise durch sich hindurch sickern läßt, so daß das Wasser in den oberen Schichten der Ackerkrume mit humussauren Verbindungen gesättigt, dennoch frei von denselben und nur noch mit kohlensaurem Kalke geschwängert im Innern der Höhlen anlangt. Die kalkigen Tropfsteine nämlich enthalten gewöhnlich keine organische humusartige Substanz beigemengt. Wenn nun schon ein so grobes mechanisches Mittel, wie der Quarz- und Kalksand darbietet, hinreicht, um die etwa aufgelösten Humusverbindungen so gut wie vollständig wieder auszuscheiden oder zurückzuhalten, wie sollten denn die feinen, zarten, weißen Wurzelspitzen im Stande sein, die gelbe oder bräunliche Humuslösung in sich aufzunehmen, da doch diese Wurzelspitzen, gleichsam die feinsten Filter, welche in der Natur vorkommen, selbst unter der stärksten Vergrößerung keine bemerkbaren Poren und Oeffnungen zeigen und also dem Eindringen der Humussubstanz in die Pflanze in weit höherem Grad als der feine Sand schon ein mechanisches Hinderniß entgegensetzen müssen.

Aber auch direkte Beweise sind genug vorhanden, daß Pflanzen höchst mannichfacher Art in einem völlig humusfreien Boden wachsen und vollständig normal sich entwickeln, wenn nur die übrigen zu ihrem Gedeihen erforderlichen Bedingungen erfüllt sind. Wer wüßte nicht, daß allenthalben, wo nur eine Pflanze mit ihren Wurzeln das Erdreich zu durchdringen vermag, wo nur der physikalische Zustand des Bodens ihr Fortkommen irgend gestattet, die früher kahlen Flächen sehr bald mit einer vegetabilischen Decke

sich überziehen, auch wenn anfangs keine Spur von Humus vorhanden gewesen ist. Die Felsen, welche an der Ostküste Schwedens seit Jahrhunderten langsam aus dem Meere emporsteigen, sie sind bei ihrem Hervortreten nackt und kahl; wenn aber der Verwitterungsprozeß an ihrer Oberfläche unter dem Einfluß der Atmosphäre erst eingeleitet ist, so säumt auch die Vegetation nicht, sich einzufinden und an der weiteren Zersetzung des Bodens selbst Theil zu nehmen. Die vulkanische Asche, welche manchmal in bedeutender Quantität vom Aetna und Vesuv ausgeworfen, die Umgebungen stundenweit bedeckt, die Lavaströme selbst, wo sie sich in weitere Flächen ausbreiten, liefern oft schon wenige Jahre nach ihrer Erstarrung den Anblick einer freudigen üppigen Vegetation. Keineswegs sind es die niedrigsten Pflanzen, Moose und Flechten allein, welche an solchen Orten immer zuerst sich einfinden, gleichzeitig und oft sogar vorzugsweise treten hier Pflanzen einer höheren Organisation auf, zum Beweis, daß es zu deren Existenz und Entwicklung durchaus keiner Vorbereitung des Bodens durch niedrigere Gewächse, durchaus keiner vorhergehenden Ansammlung von Humus bedarf. Wer hätte nicht in reinem dürren Sande, auf kahlen Mauern und Steinwällen die Sedumarten und andere Fettpflanzen bemerkt, die mit ihren verschwindend kleinen Wurzeln und ihrer großen saftigen Blattmasse schon in Folge ihres anatomischen Baues ausschließlich auf atmosphärische Nahrung angewiesen scheinen; wer hätte nicht die mächtigen Bäume beobachtet, welche an steilen Felsabhängen, mit ihren Wurzeln in die Risse und Sprünge des Gesteins eindringend, hier durchaus keine Humusnahrung aufnehmen können, weil solche gar nicht vorhanden ist; selbst wenn geringe Mengen von Humussubstanz unter diesen Verhältnissen sich erzeugen könnten, der nächste starke Regen, welcher seine Wasser über den steilen Felsabhang ergießt, würde den gebildeten Humus sofort wieder ins Thal hinabspülen. Wer kennt nicht die weiten Sandflächen Norddeutschlands, die, ungeachtet der Wind oftmals die Sandmassen wie Meereswogen in Bewegung setzt, die, ungeachtet hier keine Spur fast von Humus sich bilden oder ansammeln kann, dennoch ganze Wälder von Kiefern und Fichten ernähren, die, wenn sie einmal die Zeit ihrer ersten Jugend überwunden und durch ihre weithin sich verzweigenden Wurzeln einen festen Halt erlangt haben, nicht selten zu hohen, gesunden und kräftigen Bäumen heranwachsen. Wer wüßte nicht, wie selbst das reinste Wasser erfrischend und belebend auf die Vegetation einwirkt, wie die ödeste und vegetationsleere Sandwüste schnell in eine fröhliche üppige Wiese verwandelt wird, allein durch Zuleitung des befruchtenden Wassers. Die Oasen der afrikanischen Sandwüste, sie verdanken ihre Vegetation allein der Gegenwart der hier den Sand durchdringenden Quellen; hier ist kein Humus erforderlich gewe-

sen, um die Pflanzen ins Leben zu rufen. Hundert- und tausendfältig wird der Mais geerntet im Innern von Peru und Chile auf dem ödesten Flugsande, unter Beihülfe einer geringen Menge von Guano, wenn nur ein Bächlein seine Wasser den Feldern zuführt und also für die nöthige Feuchtigkeit Sorge getragen ist. Wenn an der Westküste Schleswigs und Jütlands der feine Meersand durch den Wind ins Innere des Landes gejagt wird und zu hohen Bergen sich aufthürmt, fast gleichzeitig mit der Bildung einer neuen Sanddüne, von dem ersten Anfange ihrer Entstehung an, findet man auch schon eine, wenn auch einförmige, Vegetation. Das Dünengras nämlich stellt sich ein, durchdringt mit seinen Wurzeln den Sand nach allen Richtungen und treibt mit der fortdauernden Anhäufung des Sandes immer neue Schößlinge, es trägt zur Befestigung der Dünen bei und hindert das weitere Fortschreiten derselben ins Innere des Landes. An der Westküste Frankreichs, an den Mündungen der Gironde und des Adour ist es erst vor einem halben Jahrhundert gelungen, durch künstliche Vorrichtungen die Sanddünen zu bepflanzen und gegenwärtig sieht man große Flächen jener Hügel des dürrsten Flugsandes, viele Tausende von Hektaren umfassend, mit kräftigem Nadelwald bestanden, der keine Spur von Humus im dürren Boden vorfand. Das Meer enthält, der Masse nach, wenn auch nicht nach der Zahl der Arten, eine nicht weniger üppige Vegetation als das feste Land; die Meerespflanzen also müssen ohne Humus existiren und gedeihen können, da sie diese Nahrung nicht in dem Medium vorfinden, in welchem sie vegetiren.

Zahlreiche direkte Versuche, angestellt zur Lösung der vorliegenden Frage, haben unwiderlegbar bewiesen, daß alle unsere gewöhnlichen Culturpflanzen auch in einem völlig humusfreien Boden zur Entwicklung gelangen und keimfähigen Samen hervorbringen können. Boussingault säete 1,076 Grm. Erbsen in ein Gemenge von ausgeglühtem Thon und Sand, begoß mit destillirtem Wasser und erntete nach erfolgter Reife der Pflanzen 4,441 Grm., also 4,14 soviel, als die Aussaat betrug. Ich selbst habe auf reinem, völlig humusfreiem Kiessande Pflanzen von Gerste, Hafer, Roggen und Spergel bis zur Reife sich entwickeln sehen. Die Aussaat von 2 Grm. Spergelsamen lieferte in einem Versuche bei der Ernte an lufttrockner vegetabilischer Substanz 45,80 Grm., nämlich 12,77 Grm. vorzüglich ausgebildeten Samen und 33,03 Grm. Spergelheu. Durch die Aussaat von 3,55 Grm. Sommerroggen erhielt ich bei einem ähnlichen Versuche 48,10 Grm. lufttrockner vegetabilischer Substanz allein an Stroh und Spreu. Der Fürst zu Salm-Horstmar baute in einem Boden, der nur aus geglühten Mineralsubstanzen zusammengesetzt war, Hafer und Raps. Ein Haferhalm (3 Fuß hoch) trug 78, ein anderer 47 und ein dritter 28 Körner, zusammen 153 Körner,

welche (bei 100° C. getrocknet) 3 Grm. wogen; das Stroh der drei Halme wog 2,95 Grm. Ein Rapsstengel wurde 22 Zoll hoch, hatte 18 Schoten mit 240 vollkommenen Körnern; auch eine Buchweizenpflanze wurde 22 Zoll hoch, hatte aber nur 5 Körner ausgebildet. Polstorff hat in neuester Zeit den Beweis geliefert, daß man von der Gerste einen 200fältigen Ertrag erzielen kann in einem Boden, der nicht die geringste Spur von Humus enthält, wenn nur nicht in physikalischer Hinsicht der Entwicklung der Pflanze ein Hinderniß entgegentritt. Er bereitete nämlich ein künstliches Gemenge von 6 Th. Sand, 2 Th. Kreide, 1 Th. weißem Bolus und 1 Th. Holzkohle, setzte zu diesem Gemenge eine kleine Quantität von fein gepulvertem Feldspath, welcher mit zerstoßenem Marmor zusammen vorher stark geglüht worden war und fügte endlich dem Ganzen noch einige auflösliche Mineralsalze hinzu, in solchen Verhältnissen, wie diese in der Asche der Gerstenpflanze vorhanden sind. In diesem Gemenge zog Polstorff 12 Gerstenpflanzen, von denen jede 3 Fuß hoch war und 9 ährentragende Halme hatte; jede Aehre aber gab 22 Körner; die Körner von allen 12 Pflanzen zusammen genommen wogen 124,2 Grm., das Stroh 149,2 Grm. Die dem Boden hier zugesetzte Holzkohle kann nicht als pflanzenernährend angesehen werden, denn bekanntlich ist dieselbe unlöslich in Wasser und erleidet keine Veränderung unter dem Einfluß der atmosphärischen Stoffe.

Es ist leicht begreiflich, weshalb auf einem humosen Lehmboden die Ernten viel reichlicher ausfallen als auf einem humusarmen dürren Sandboden. Es sind vielerlei Bedingungen zu einer üppigen Vegetation erforderlich, und nicht ist es ausreichend, der Pflanze die ihr zusagende Nahrung zuzuführen, man muß auch dafür Sorge tragen, daß stets Feuchtigkeit und atmosphärische Luft in passender Menge mit ihren Wurzeln in Berührung treten kann, und daß den Wurzeln selbst bei ihrer Ausbreitung im Boden kein mechanisches Hinderniß entgegentritt. In der gewöhnlichen fruchtbaren Ackerkrume sind diese und noch andere physische Bedingungen erfüllt und sie ist um so fruchtbarer, je mehr dieselben in einem geeigneten Verhältnisse zur ganzen Organisation der Pflanze stehen. Dagegen ist der reine Sand oder der humusfreie Kalk und Thon, selbst wenn auch alle der Pflanze unentbehrlichen Nahrungsstoffe zugegen sind, unfruchtbar, weil er die physischen Bedingungen des Pflanzenlebens nicht zu erfüllen vermag. Aus diesen allgemein bekannten und unbestrittenen Thatsachen kann man nicht die Folgerung ziehen wollen, daß die Pflanze zu ihrem üppigen Gedeihen oder vollständigen Wohlbefinden wenigstens eine Spur von Humus bedarf, wenn sie auch ohne die Gegenwart desselben einen gewissen Grad der Entwicklung zu erlangen vermag. Diese Ansicht widerstreitet allem, was wir von der Ernährung der

Pflanze wissen. Die Pflanze ist stets und überall auf eine und dieselbe Nahrung angewiesen, sie kann nicht willkürlich die eine Nahrung mit der anderen vertauschen; wenn nur ein einziger Stoff, der zur völligen Entwicklung der Pflanze das Seinige beiträgt, und sei er in noch so unbedeutender Menge hierzu ausreichend, vollständig im Boden oder der umgebenden Atmosphäre fehlt, so gelangt die Pflanze nicht zu ihrer völligen Ausbildung, sie kränkelt und geht endlich vor erlangter Samenreife ein. Wenn wir eine Pflanze nur ein einziges Mal ohne alle und jegliche Spur von Humus vollständig, ja sogar, wie die vorher angeführten Beispiele beweisen, auf das Ueppigste sich entfalten und ohne merkliche Störung alle Phasen ihres Lebens durchlaufen sehen, so ergiebt sich schon hieraus mit Nothwendigkeit, daß diese Pflanze unter allen Verhältnissen den Humus nicht bedarf und vielleicht nicht einmal in sich aufzunehmen und zu verarbeiten vermag.

Es ist kaum nöthig auf die Gründe näher einzugehen, welche die Anhänger der direkten Humusnahrung zur Vertheidigung ihrer Ansicht beizubringen pflegen. Zuerst wird auf die Versuche hingewiesen, welche Saussure in neuerer Zeit ausgeführt hat, und die beweisen sollen, daß der Pflanze die Fähigkeit zukomme, die Humuslösung direkt aus dem Boden in sich aufzunehmen. Saussure hat nämlich zwei Versuche angestellt, einmal ließ er eine Bohnenpflanze, das andere Mal ein Exemplar des gemeinen Knöterig (Polygonum persicaria) in einer Auflösung von humussaurem Kali vegetiren und beobachtete im ersteren Falle in 14 Tagen eine Gewichtszunahme bei der Bohnenpflanze von 6000 Milligramm, während zu gleicher Zeit das Gewicht des aufgelösten humussauren Kalis um 20 Milligr. oder das des Humus selbst um 9 Milligr. abnahm. Die Pflanze des Knöterig dagegen hatte in 10 Tagen um 3500 Mgr. an Gewicht zugenommen, und die Auflösung 43 Mgr. an Humussäure verloren. Die scheinbare oder wirkliche Aufnahme der Humuslösung in dem ersten Versuche ist so gering, daß das gefundene Resultat, bei Untersuchungen so schwieriger Art, ebenso gut einem Beobachtungs- und Wägungsfehler zugeschrieben werden kann, als dem wirklichen Uebergange von Humus in die Pflanze. In dem zweiten Versuche ist die Abnahme des Humusgehaltes der Lösung allerdings beträchtlicher; indessen haben offenbar beide Versuche keine Beweiskraft zur Entscheidung der vorliegenden Frage. Denn einmal ist, wie es scheint, diejenige Menge des Humus, welche durch Verwesung unter dem Einfluß der atmosphärischen Luft aus der Flüssigkeit verschwinden muß, nicht in Abrechnung gebracht worden; sodann ist es fast unmöglich, irgend eine Pflanze aus dem Boden zu ziehen, ohne daß die feinen und zarten Wurzelenden verletzt und theilweise abgerissen würden; in diesem Falle ist aber der Humuslösung, wie jeder an-

deren Flüssigkeit, der freie Zutritt in die Wurzel gestattet, diese letztere saugt jene Lösung mechanisch auf; endlich ist aber auch zu bedenken, daß Versuche, bei denen die Bedingungen eines normalen Wachsthums einer Pflanze gewaltsam gestört und aufgehoben werden, niemals ein sicheres Resultat liefern können. Die Bohnenpflanze z. B. war von ihrem natürlichen Standorte entfernt und mit ihren Wurzeln in eine reine Humuslösung gebracht, also eine an den festen Boden, an einen trocknen Standort gewöhnte Pflanze hier äußeren Verhältnissen ausgesetzt, wie sie kaum einer reinen Wasserpflanze zusagen konnten. Wenn auch die Pflanze hier noch eine Zeitlang fortzuwachsen im Stande war, so konnte dieses Wachsthum doch unmöglich ein normales sein, weil sehr bald die zarten Wurzelspitzen unter diesen natürlichen Verhältnissen Schaden nehmen mußten. In der That hat auch Saussure selbst angegeben, daß die Wurzeln bei mehreren seiner Versuche während der Absorption der organischen Extrakte gelitten hätten und besonders an ihren Enden schwarz geworden wären, und fügt sogar die Bemerkung bei: „Wenn die Zersetzung der Wurzelenden größer war als die Absorption der nährenden Substanz, oder auch nur, wenn beide Wirkungen gleich waren, so konnte man nicht über die Menge der zur Nahrung verwendeten Stoffe urtheilen."

Hierzu kommt noch, daß andere nicht weniger sorgfältige Beobachter bei Anwendung derselben Pflanzen zu ganz anderen Resultaten gelangt sind, namentlich Wiegmann und Polstorff. Diese setzten nämlich am 18. Juni eine 8 Zoll hohe Pflanze von Mentha undulata und eine ebenso hohe Pflanze von Polygonum persicaria, beide mit vollkommen entwickelten und unverletzten Wurzeln, in ein mit Humusextrakt gefülltes Glas. In je 100 Grm. dieser Auflösung waren 148 Milligr. fester Rückstand (aus organischer Materie, kohlensaurem Kalk 2c. bestehend) enthalten. Das Glasgefäß wurde nun, so weit die Wurzeln im Wasser waren, um das Licht von denselben abzuhalten, mit dunklem Papier verklebt und in ein Fenster gestellt. Zu gleicher Zeit wurde an denselben Ort ein gleich großes Gefäß gebracht, das mit demselben Humusextrakte angefüllt war, aber keine Pflanzen enthielt. Die Pflanzen wuchsen in dem Humusextrakte freudig fort und trieben lange, bis zum 18. Juli sich weiß erhaltende Wurzeln in großer Menge. Die von denselben verbrauchte Flüssigkeit wurde alle drei Tage durch destillirtes Wasser ersetzt. Die weingelb gefärbte Flüssigkeit in dem die Pflanzen enthaltenden Gefäß wurde sichtlich heller und war am 18. Juli ziemlich entfärbt, blieb aber beständig klar; beide Pflanzen waren am 18. Juli um $6^1/_2$ Zoll gewachsen und hatten mehrere Blätter getrieben. Die Mentha kam nicht zum Blühen, das Polygonum aber hatte bis zu dieser Zeit drei Blüthenähren getrieben, deren Blüthen jedoch unentwickelt abfielen. Nachdem die Pflanzen einen

Monat lang in dem Humusextrakt vegetirt hatten, zog man dieselben heraus und es fand sich nun in 100 Grm. der Flüssigkeit ein Rückstand von 132 Milligrm. Dieselbe Menge Humusextrakt, in dem anderen Gefäße einen Monat lang der atmosphärischen Luft ausgesetzt, enthielt 136 Milligrm., es war also in beiden Fällen eine Differenz von nur 4 Milligrm., welche offenbar innerhalb der Gränzen der Beobachtungsfehler liegt und außerdem noch sehr wohl durch die Aufnahme von verschiedenen ebenfalls in der Auflösung vorhandenen Mineralstoffen herrühren, so namentlich durch die Aufnahme einer geringen Menge Kalk bedingt sein konnte. Mit dem zuletzt beschriebenen Versuche stimmt außerdem noch ein von Saussure angestellter Versuch auf das Vollkommenste überein, bei welchem während der Vegetation der Knöterigpflanze die Aufnahme einer ungleich geringeren Menge Humus beobachtet wurde, als in dem oben erwähnten Versuche. Saussure ließ nämlich zwei Exemplare von Polygonum persicaria in der Humuslösung vegetiren, sie hatten nach 9 Tagen um 7 Centimeter oder beinahe 3 Zoll an Größe zugenommen und während dieser Zeit zusammen nur 5 Milligramme von dem ganzen zur Anwendung gekommenen Dammerdeextrakte oder nur etwa 2 Milligr. Humus absorbirt, mithin eine Quantität, welche um so mehr eine vollkommen verschwindende zu nennen ist, als von derselben noch diejenige Menge Humus in Abzug gebracht werden muß, welche während jener Zeit durch Verwesung zerstört worden ist.

Mulder, ein eifriger Vertheidiger der direkten Humusnahrung, vermuthet, daß die Humussäure, wenn sie auch zur Bildung der Hauptmasse der Pflanze, der stickstofffreien Bestandtheile derselben (Holzfaser, Stärke, Zucker rc.) nichts beitrage, so doch in Verbindung mit Ammoniak von der Pflanzenwurzel aufgenommen und zu der Bildung der stickstoffhaltigen Körper, der sogenannten Proteinverbindungen (Pflanzeneiweiß, Pflanzenkäsestoff, Kleber) verwendet werde, indem diese Körper nach Mulder in der Wurzel erzeugt und erst von hier aus in alle übrigen Theile der Pflanze übergeführt werden sollen. Die Behauptung Mulder's wird widerlegt durch die Thatsache, daß auch Proteinkörper in der Pflanze sich erzeugen können, ohne daß der letzteren Humus von Außen her aus dem Boden geliefert wird, nämlich wenn Pflanzen in einem völlig humusfreien Boden wachsen und gedeihen. Was aber nicht nothwendig und wesentlich ist zum Gedeihen der Pflanze, das kann auch nicht als allgemeine Pflanzennahrung angesehen werden.

Ich muß hier noch einer Untersuchung über den Humus Erwähnung thun, welche von der Société centrale d'Agriculture du Département de la Seine-inférieure am 15. Nov. 1849 gekrönt worden ist und deswegen vielleicht als ein wichtiger Beitrag zur Lösung der hier vorliegenden Frage ange-

sehen werden könnte. Soubeiran untersuchte eine fruchtbare Erde und fand, daß diese mit Wasser eine schwach gelblich gefärbte Lösung lieferte; die mit Wasser behandelte Erde färbte Ammoniakflüssigkeit bei Ausschluß der Luft nur wenig, in Berührung mit der Luft dagegen sehr stark; der Humus ging unter Aufnahme von Sauerstoff und Entwicklung von Kohlensäure aus der unlöslichen Modification in die lösliche über. Die größte Menge des Humus fand Soubeiran in der von ihm untersuchten Gartenerde an Kalk gebunden, eine Verbindung, die nur sehr wenig in Wasser und kaum leichter in Aetzammoniak-Flüssigkeit auflöslich ist, dagegen mit kohlensaurem Ammoniak behandelt sofort eine dunkelbraune Flüssigkeit liefert, indem nämlich lösliches, humussaures Ammoniak gebildet und unlöslicher kohlensaurer Kalk ausgeschieden wird. Ferner folgert Soubeiran aus seinen Analysen, daß nur im Anfange bei dem Uebergange von Holzfaser in Humus Sauerstoff aus der Atmosphäre absorbirt und Kohlensäure entwickelt wird, daß aber der Humus später, wenn er einen Kohlenstoffgehalt von höchstens 57 Proc. erlangt hat, durchaus keine Veränderung weiter erleidet. Er fand in dem von ihm für rein gehaltenen Humus stets noch 2 bis 2½ Proc. Stickstoff, den er als zur Zusammensetzung des Humus gehörig und nicht als in der Form von Ammoniak vorhanden betrachtet. Die Unveränderlichkeit des einmal gebildeten Humus soll ferner durch die Beobachtung bewiesen werden, daß Humus, unter einer mit Quecksilber von der äußeren Luft abgesperrten Glasglocke, in einem Zeitraume von 6 Monaten das Volumen der unter der Glasglocke befindlichen Luft nicht merklich verändert habe; es ist nicht erwähnt, ob nicht (wie doch Saussure bei ebenfalls unverändert gebliebenem Volumen beobachtete) die Qualität der Luft eine Aenderung erlitten habe, ob nicht vielleicht an die Stelle eines Theils des Sauerstoffgases Kohlensäuregas getreten sei. Aus diesen Versuchen schließt nun Soubeiran schon a priori, daß der Hauptnutzen des kohlensauren Ammoniaks für die Pflanzen darin bestehe, daß es den letzteren die vermeintlich unentbehrliche Humussäure zuführe, indem der in der Erde vorhandene humussaure Kalk die angedeutete Zersetzung erleide, und daß der einmal gebildete und an Basen, wie Kalk, Ammoniak ꝛc. gebundene Humus an der Luft nicht weiter verändert werde, sondern allein in Folge des Uebergangs in die Pflanze aus dem Erdboden verschwinde. Es müßte also nach dieser Behauptung jährlich eine sehr bedeutende Menge von auflöslichem Humus in der Pflanze verarbeitet werden, während doch alle mit Sorgfalt ausgeführten Vegetationsversuche beweisen, daß diese Quantität, wenn überhaupt eine Aufnahme stattfindet, doch selbst unter den dieser Aufnahme günstigsten äußeren Verhältnissen eine fast verschwindend geringe ist. Aber auch eine von Soubeiran selbst mit-

getheilte Beobachtung spricht gegen die Wahrscheinlichkeit einer direkten Aufnahme des Humus durch die Pflanzen. Er hat nämlich bemerkt, daß die Düngmittel, welche neben fixen, nicht flüchtigen Ammoniaksalzen auch kohlensauren Kalk enthalten, bei dem allmäligen Austrocknen kohlensaures Ammoniak entweichen lassen, ganz so wie dieses von Boussingault schon längst bei Gemengen der reinen Ammoniaksalze mit kohlensaurem Kalk nachgewiesen ist. Eine Auflösung von Gips oder schwefelsaurem Kalk verhält sich hinsichtlich seiner Schwerlöslichkeit ganz ähnlich dem humussauren Kalk, der ebenfalls etwas, wenn auch nur wenig, in Wasser auflöslich ist; beide Lösungen werden bei Gegenwart von vielem Wasser auf die Weise zersetzt, daß fast völlig unlöslicher kohlensaurer Kalk sich ausscheidet und eine leichter lösliche Verbindung, in dem einen Falle schwefelsaures und in dem anderen Falle humussaures Ammoniak, in der Flüssigkeit sich auflöst. Wenn man aber das Wasser langsam verdampfen läßt, so verdunstet mit demselben wieder kohlensaures Ammoniak, während die erstere schwerlösliche Verbindung zurückbleibt. Wie nun das schwefelsaure Ammoniak als solches niemals in einigermaßen bedeutender Menge in den Organismus der Pflanze eindringt, sondern immer erst wieder eine Umwandlung in kohlensaures Ammoniak erleiden muß, in derselben Weise erfolgt, wie ich glaube, die Umwandlung des humussauren Ammoniaks in kohlensaures bei dem allmäligen Austrocknen der Ackererde oder bei der allmäligen Absorption der Feuchtigkeit durch die Wurzeln, in unmittelbarer Berührung oder ganz in der Nähe der letzteren, aber stets außerhalb derselben. Soubeiran hat endlich wirklich auch zwei Vegetationsversuche angestellt, welche die direkte Ernährungsfähigkeit des Humus beweisen sollen. Es wurde zuerst ein kräftiges Exemplar von Rainkohl (Lampsana communis) vorsichtig aus der Erde genommen und in eine sehr verdünnte Auflösung von neutralem humussauren Ammoniak gesetzt. Der Versuch dauerte nur 8 Tage und die Pflanze schien in der Flüssigkeit während dieser Zeit sich wohl zu befinden. Jeden Tag wurde sie in eine neue Flüssigkeit von gleicher Concentration gesetzt. Abgesehen von den niemals zu vermeidenden Uebelständen, welche mit solchen Vegetationsversuchen in Humuslösungen stets verbunden sind und worauf ich bereits oben aufmerksam gemacht habe, abgesehen von der kurzen Dauer des Versuches, welche gar kein sicheres Resultat zuließ, so muß doch bemerkt werden, daß Soubeiran die direkte Aufnahme von Humus einzig und allein aus der helleren Farbe beurtheilte, welche die Flüssigkeit annahm, wenn er dieselbe durch Zusatz von destillirtem Wasser auf das ursprüngliche Volumen brachte; nicht einmal durch direkte Wägung wurde die etwa eingetretene Verminderung des Humusgehaltes in der Lösung nachgewiesen! Auch Polstorff bemerkte bei seinen

Versuchen ein Hellerwerden der Humuslösung, aber gleichwohl hatte der Humusgehalt der Flüssigkeit, selbst bei weit längerer Dauer des Versuches, nur um eine kaum wägbare Spur abgenommen. Noch unbedeutender ist der zweite von Soubeiran ausgeführte Versuch. Er säete nämlich Hafer und Bohnen in ausgeglühte, also humusfreie Gartenerde und begoß die sich entwickelnden Pflanzen alle Tage mit einer sehr verdünnten Auflösung von humussaurem Ammoniak; die Pflanzen wuchsen freudig fort und trugen Blüthen und Früchte. Aus diesem Erfolge schließt nun Soubeiran sofort, daß das humussaure Ammoniak den Pflanzen ein unentbehrliches direktes Nahrungsmittel sei!

Es ist in der That kaum begreiflich, wie noch immer Einzelne so hartnäckig bei ihrem Glauben an die unmittelbare Ernährungsfähigkeit des Humus beharren können. Alle die Betrachtungen, Thatsachen, Erscheinungen, Beobachtungen und Erfahrungen, welche im Vorhergehenden aufgezählt und zusammengestellt worden sind und die noch sehr bedeutend vermehrt werden könnten, beweisen die Unrichtigkeit dieses Glaubens, immer und überall werden wir auf die Thatsache hingewiesen: Der Humus besitzt keine direkte Ernährungsfähigkeit für alle Culturpflanzen und für die meisten anderen Gewächse.

Ich sage hier „für die meisten anderen Gewächse," denn nicht will ich die Ernährungsfähigkeit des Humus für alle Pflanzen ohne Ausnahme bestreiten. Bei einigen Pflanzen ist ihr Verhalten gegen den Humus oder überhaupt gegen auflösliche organische Substanzen noch unklar, bei anderen dagegen die Aufnahme derselben sogar wahrscheinlich. Zu den Pflanzen der ersteren Art gehören sowohl die reinen Sumpf-, besonders Moorpflanzen, als auch die sogenannten Parasiten oder Schmarotzerpflanzen höherer Organisation. Diejenigen Sumpfpflanzen, welche nur der Feuchtigkeit nachgehen, sind offenbar in ihrer ganzen Entwicklung den reinen Wasserpflanzen analog, das Verhalten des Humus, als Nahrungsstoff betrachtet, gegen dieselben ist ein indifferentes. Dagegen kann man bei denjenigen Sumpf- und Moorpflanzen, deren Existenz vorzugsweise an den sogenannten sauren Humus, d. h. an den in Wasser zu einer braunschwarzen Flüssigkeit auflöslichen Humus gebunden zu sein scheint, vielleicht eine direkte Ernährungsfähigkeit des letzteren vermuthen. Ein Torfmoor oder eine Moorwiese ist in der Regel überzogen mit einer üppigen Vegetationsdecke, die aus Pflanzen mannichfacher Art gebildet wird. Sehen wir zunächst ab von den eigentlichen Moosen, die hier gewöhnlich die Hauptmasse der Gewächse ausmachen und betrachten nur die höher organisirten Gräser und Kräuter. Auch für die letzteren hat man zuweilen eine direkte Aufnahme organischer Substanzen

behauptet. Diese Behauptung hat keinen anderen Grund, als denjenigen, welchen man aus dem Standorte dieser Pflanzen herleiten kann, keine direkten Versuche sprechen für oder gegen dieselbe. Deswegen läßt sich die Humusfrage bei diesen Gewächsen noch nicht zur Entscheidung bringen. Nur eine größere oder geringere Wahrscheinlichkeit kann man auf dem Wege der Analogie für die Richtigkeit der einen oder der anderen Ansicht nachweisen. Mir ist in der That die direkte Aufnahme einer humusartigen Substanz auch in Bezug auf die hier erwähnten Pflanzen keineswegs wahrscheinlich. Ich kann mir nicht vorstellen, wie zum Beispiel das Riedgras (saures Gras) in anderer Weise wachsen und ernährt werden sollte, wie das ächte Gras (süßes Gras) der Wiesen, der ganze anatomische und physiologische Bau ist in beiden Gewächsen so ähnlich und alle Erscheinungen während des Wachsthums sind so durchaus dieselben, daß hier eine Verschiedenheit der ursprünglichen Nahrungsstoffe wenigstens sehr viel Unwahrscheinliches hat. Hierzu kommt noch, daß die sauren Gräser und anderen Moorgewächse keineswegs einzig und allein, wenn auch vorzugsweise, in einem Boden vorkommen, welcher sauren leicht auflöslichen Humus enthält. Ich möchte vielmehr auch hier, wie wohl in den meisten Fällen, das Auftreten bestimmter Gewächse als mehr durch den physikalischen als durch den chemischen Zustand des Bodens bedingt ansehen. Erst direkte Versuche, die hier keineswegs besonders schwierig auszuführen wären, werden unsere Kenntnisse hinsichtlich dieser Moor- und Sumpfgewächse völlig ins Klare bringen.

Die letztere Bemerkung gilt auch für die Parasiten oder Schmarotzerpflanzen. Die Mistel, die Flachsseide, die Schuppenwurz sind Schmarotzer, deren feine Würzelchen in andere Gewächse hineindringen oder die mit Saugwärzchen sich an andere lebende Vegetabilien anklammern, deren Nahrungssaft aussaugen oder doch theilweise absorbiren und dadurch schließlich das gänzliche Absterben derselben bewirken. Die Vermuthung liegt nahe, daß diese Pflanzen den fertig gebildeten Pflanzensaft, also auch organische Materien in sich aufnehmen. Indessen ist dieses Uebergehen des unveränderten Nahrungssaftes aus der Mutterpflanze in den Schmarotzer durchaus nicht bewiesen. Es müßten jedenfalls, wenn die Hauptnahrung der Schmarotzerpflanzen der fertige Pflanzensaft wäre, ganz andere Erscheinungen auftreten, als wie wir sie in der That bei allen höheren sogenannten phanerogamen Pflanzen beobachten, zu welchen auch die genannten schmarotzenden Gewächse gehören. Es läßt sich der entschieden nachtheilige Einfluß der parasitischen Gewächse auf deren Mutterpflanze sehr wohl dadurch erklären, daß die ersteren den letzteren mittelst ihrer feinen Wurzelfäden oder Saugwärzchen Feuchtigkeit und mit derselben die noch nicht assimilirte einfache Pflanzen-

nahrung und einen Theil der im Pflanzensafte aufgelösten mineralischen Stoffe entziehen, wodurch natürlich schon eine örtliche Störung der normalen Stoffbildung und Umwandlung in der Mutterpflanze eintreten, und bei fortdauernder Einwirkung endlich das völlige Absterben der letzteren unausbleiblich herbeigeführt werden muß.

Die Pilze, Moose und Flechten und auch die zu diesen Pflanzen-Familien gehörenden Schmarotzer, wie überhaupt alle die sogenannten kryptogamen oder reinen Zellenpflanzen, welche entweder, wie die Pilze, der grünen Farbe der gewöhnlichen Pflanzen gänzlich entbehren oder doch, wie die Mehrzahl der Moose, eine von der gewöhnlichen merklich verschiedene grüne Farbe besitzen, alle diese Gewächse haben, wie es scheint, die Fähigkeit, complicirtere Nahrungsstoffe, nämlich organische humus- oder eiweißartige Materien in sich aufzunehmen und zu assimiliren. Es soll später nachgewiesen werden, daß diese Pflanzen während ihres Wachsthums ganz andere, den bei den höher organisirten Pflanzen beobachteten völlig entgegengesetzte Erscheinungen zeigen. Dieses entgegengesetzte Verhalten deutet auch auf eine andere Art der Ernährung hin und macht es glaublich, daß hier wirklich eine Aufnahme von ungeändertem Humus oder einer anderen ihm ähnlichen organischen Substanz stattfinde. Aber niemals ist es gestattet, von diesen kryptogamen auf ein ähnliches Verhalten bei den höher organisirten Pflanzen zu schließen; bei diesen ist unter normalen Verhältnissen kein direkter Uebergang von Humus oder einer humusartigen Substanz in die Pflanze denkbar und möglich.

b. Die Kohlensäure, das Wasser und das Ammoniak als Nahrungsstoffe der Pflanze.

Die tägliche Erfahrung beweist und direkt angestellte Versuche bestätigen es, daß Pflanzen auch in einem Boden sich entwickeln und vollkommen zur Reife gelangen, welcher keine organischen Ueberreste, also auch keine Spur von Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff, welche Elemente fast ausschließlich die vegetabilische Substanz bilden, in organischer Verbindung enthält. Es muß also außerhalb des Bodens eine Quelle vorhanden sein, welche der sich entwickelnden Pflanze das Material liefert zur Erzeugung der ihr eigenthümlichen organischen Gebilde. Diese Quelle kann nur die Atmosphäre sein, deren Bestandtheile wir in dem ersten Abschnitte dieser Abtheilung kennen gelernt haben. Eine andere Annahme ist nicht denkbar, eine andere Quelle nicht vorhanden.

Der thierische Organismus bedarf zu seiner Erhaltung Nahrungsstoffe, welche dem Pflanzenreiche oder dem Thierreiche angehören, also Substanzen, die von zusammengesetzter Art und dem Körper ähnlich sind, zu dessen Ernährung sie verwendet werden. Die Pflanze begnügt sich mit Nahrungsstoffen

einfacherer Art. Keineswegs aber sind die Nahrungsmittel der Pflanze ganz einfach; die Elemente selbst in ihrem freien unverbundenen Zustande, haben nicht die Fähigkeit, zur Ernährung, zum Wachsthum der Pflanze beizutragen. Die atmosphärische Luft besteht ihrer Hauptmasse nach aus zwei einfachen gasförmigen Körpern, dem Sauerstoffgase und dem Stickstoffgase, von denen wenigstens das letztere im unverbundenen Zustande nicht bei der Bildung der vegetabilischen Substanz mitwirken kann, wie gleich unten näher erörtert werden soll. Wir müssen daher in anderen Körpern die Pflanzennahrungsstoffe suchen. Außer den beiden Hauptbestandtheilen der atmosphärischen Luft sind in derselben stets noch Kohlensäuregas und Wasserdünste zugegen; das erstere ist eine chemische Verbindung von den Elementen des Kohlenstoffes und Sauerstoffes, das Wasser besteht aus Wasserstoff und Sauerstoff. Da nun in der Atmosphäre weiter keine wesentlichen oder überall leicht nachweisbaren Gemengtheile vorhanden sind, so folgt mit Nothwendigkeit, daß eben jene beiden Körper, die Kohlensäure und das Wasser, die wichtigsten und Hauptnahrungsmittel der Pflanze sind, aus welchen diese die ganze Masse ihrer zahlreichen, aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff in verschiedenen Verhältnissen zusammengesetzten Produkte bildet.

Außer dem Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff geht noch ein viertes Element in die Zusammensetzung der vegetabilisch-organischen Masse ein, freilich in bedeutend geringerer Menge, als die genannten drei Substanzen, aber dennoch für viele Erzeugnisse des Pflanzenreiches einen wesentlichen Bestandtheil bildend. Es ist nämlich der Stickstoff, ein Körper, welcher gerade in dem Theile der Pflanze vorzugsweise angehäuft sich vorfindet, dessen möglichst vollkommne Ausbildung ganz besonders in der praktischen Landwirthschaft erstrebt wird, nämlich in den Früchten und den Samen. Da nun die Kohlensäure und das Wasser keinen Stickstoff enthalten und also der Pflanze auch nicht darzubieten vermögen und da viele Pflanzen, wie der Versuch lehrt, in einem stickstofffreien Boden zu einer normalen Ausbildung gelangen, so muß entweder der freie atmosphärische Stickstoff von der Pflanze assimilirt werden oder in der Atmosphäre eine stickstoffhaltige Substanz verbreitet sein, welche als Pflanzennahrungsmittel dienen kann. In der Atmosphäre kann unter geeigneten Umständen eine innige chemische Verbindung ihrer beiden Hauptbestandtheile, des Stickstoff- und Sauerstoffgases, stattfinden; es ist dies der Fall bei der Entladung der atmosphärischen Elektricität, durch den Blitz nämlich wird die Entstehung einer geringen Menge von Salpetersäure, welche eine Verbindung jener beiden gasförmigen Hauptbestandtheile der Atmosphäre ist, veranlaßt. Die Salpetersäure ist ein das Wachsthum der Pflanze fördernder Stoff, wie schon aus der bekannten Thatsache sich ergiebt,

daß der Chilisalpeter oder das salpetersaure Natron, als ein ausgezeichnetes Düngmittel sich bewährt hat. Jedoch ist die Menge der Salpetersäure, welche auf die erwähnte Weise erzeugt wird, so gering, daß in Folge dieses Prozesses wohl nur ein kleiner Theil der jährlich auf der Erdoberfläche sich entwickelnden Pflanzen mit dem zu ihrem Wachsthum unentbehrlichen Stickstoff versorgt werden kann; wenigstens kann die Salpetersäure nicht überall und zu jeder Zeit den Pflanzen zugänglich sein. Es muß vielmehr noch eine andere Verbindung in der Luft oder in dem Erdboden vorhanden sein, aus welcher der Stickstoff in die Pflanze übergeht und von derselben assimilirt wird. Es giebt keinen anderen stickstoffhaltigen Körper, welcher vermöge seiner Beschaffenheit diese Fähigkeit besäße, als das Ammoniak, eine Verbindung von Stickstoff und Wasserstoff, deren Gegenwart in der Luft als kohlensaures Ammoniak durch zahlreiche Beobachtungen außer Zweifel gestellt ist.

Seitdem Liebig zuerst mit überzeugenden Gründen nachgewiesen hatte, daß das Ammoniak als die Hauptquelle angesehen werden müsse, aus welcher die Pflanze den zu ihrer normalen Entwicklung unentbehrlichen Stickstoff entnimmt, ist die Richtigkeit dieser Ansicht auch durch direkte Versuche bestätigt worden, welche wir vorzugsweise der unermüdlichen Thätigkeit Boussingault's verdanken. Dieser Forscher hatte schon in den Jahren 1836 und 1837 Vegetationsversuche angestellt, welche zeigten, daß der freie atmosphärische Stickstoff unmöglich in beträchtlicher Menge von allen Pflanzen absorbirt werden könne, da gewisse Arten der letzteren, namentlich die Cerealien oder sogenannten Halmfrüchte, wenn sie in einem völlig stickstofffreien Boden cultivirt wurden, in ihren Ernten kaum mehr Stickstoff enthielten, als in den gesäeten Samenkörnern nachgewiesen wurde, während allerdings andere Pflanzengattungen, wie die Hülsenfrüchte, im höheren Grade die Fähigkeit zu besitzen schienen, die in der Atmosphäre verbreitete Stickstoffnahrung in sich aufzunehmen. Die Resultate dieser Versuche sollen später mitgetheilt werden in einem Abschnitte, in welchem ich die Ursachen der Erschöpfung des Bodens bei dem Anbau verschiedener Culturpflanzen näher erörtern will. Neuere, von Boussingault in den Jahren 1851 bis 1854 ausgeführte Versuche betreffen specieller die Frage, ob der freie atmosphärische Stickstoff irgend einen Antheil an der Ernährung der Pflanzen überhaupt habe oder nicht und wurden zunächst durch die Behauptung eines andern französischen Chemikers, Ville's, veranlaßt, welcher die Ansicht aufstellte, daß ein solcher Antheil dem freien Stickstoffe allerdings zukomme, und diese Ansicht durch die Resultate direkter Versuche zu bekräftigen suchte.

Boussingault ließ im Jahre 1852 zunächst einzelne Samen der Zwergbohne, unter sorgfältiger Beobachtung aller nöthigen Vorsichtsmaß-

regeln, in einem geschlossenen Raum, unter einer Glasglocke in einem völlig stickstofffreien Boden, welcher nur die mineralischen Nahrungsstoffe in geeigneter Menge enthielt, keimen und die sich entwickelnden Pflänzchen so lange vegetiren, bis mit dem Abwelken der unteren Blätter eine Störung in dem Wachsthum sich zeigte. Nach der Beendigung des Versuches wurde der Stickstoffgehalt nicht allein in der Ernte, sondern auch im Boden und sogar in dem angewendeten Gefäße genau bestimmt und diese Stickstoffmenge mit derjenigen Quantität verglichen, welche ursprünglich schon in dem Samenkorn enthalten war. Bei dem einen Versuche betrug der Stickstoff im Samenkorn 0,0349 Grm., in der Ernte, im Boden und Gefäße zusammen 0,0340 Grm., es ergab sich also ein Verlust von 0,0009 Grm.; bei dem zweiten Versuche verhielt sich die Stickstoffmenge vor und nach der Vegetation, wie 0,0210 zu 0,0189 Grm., der Verlust betrug also 0,0021 Grm.; bei einem dritten Versuche stellte sich abermals ein geringer Verlust von 0,0019 Grm. heraus.

Im Jahre 1853 wurden diese Versuche in einem größeren Apparate von 70 bis 90 Liter Inhalt und in einer kohlenstoffreicheren Atmosphäre wiederholt. Bei einer Dauer der Vegetation von 6 bis 8 Wochen ergab die Analyse des Ertrages durchgängig einen kleinen Verlust an Stickstoff, der zwischen 0,2 und 3,6 Milligrm. schwankte, nur in einem einzigen Falle wurde ein Ueberschuß von 0,4 Milligr. Stickstoff erhalten. Aus der Gesammtheit der Versuche ergiebt sich also, daß während der Vegetation kein freier Stickstoff aus der Atmosphäre aufgenommen wird. Zu demselben Resultate führte ein Versuch mit Lupinen; der Boden war hierbei mit 8 Lupinenbohnen, denen die Keimfähigkeit durch Eintauchen in kochendes Wasser genommen worden war, gedüngt und es wurden die aus zwei anderen Bohnen sich entwickelnden Pflanzen 4½ Monate hindurch in dem Apparate cultivirt. Die Menge des mit den Bohnen in den Boden gebrachten chemisch gebundenen Stickstoffes und die in der Ernte enthaltene und in dem Boden zurückgebliebene Quantität war 0,1827 und 0,1697 Grm.; es hatte also ein Verlust von 0,0130 Grm. Stickstoff, aber keine Assimilation von atmosphärischem freiem Stickstoff stattgefunden, ungeachtet hier faulende organische Körper, also humusartige Substanzen im Boden zugegen waren.

Durch einen im Jahre 1854 mit Kresse angestellten Versuch zeigte Boussingault, daß in dem angewendeten Glasapparat, in einer abgeschlossenen Atmosphäre ein völlig normales und ebenso üppiges Wachsthum stattfindet, wie in der freien Luft, wenn nur auch in dem ersteren Falle ein Boden zugegen ist, in welchem, wie in der Ackerkrume, alle zum Gedeihen der Pflanze nöthigen Elemente vorhanden sind. Es war damit der von Ville gemachte Einwurf, daß in einer nicht wechselnden Atmosphäre kein normales

Wachsthum der Pflanze stattfinden könne, auf das Vollständigste widerlegt. Aber auch bei stets wechselnder Atmosphäre konnte keine Aufnahme und Assimilation von freiem Stickstoff beobachtet werden. Boussingault legte in den völlig stickstofffreien Boden am 12. Mai eine Lupinenbohne, leitete durch den Apparat nach und nach 37000 Liter ammoniakfreie, aber 2 bis 3 Proc. Kohlensäure haltende atmosphärische Luft und erntete am 19. Juli eine Pflanze mit 11 Blättern. Der Stickstoffgehalt im Samenkorne betrug 0,0196, in der Pflanze und im Boden nach der Vegetation 0,0187 Grm., der Verlust an Stickstoff also 0,0009 Grm. Zahlreiche andere Versuche führten genau zu demselben Resultate; in der Ernte wurde immer 0,3 bis 1,0 Milligrm. weniger Stickstoff gefunden, als in den Samenkörnern enthalten war.

Daß in der That das Ammoniak im hohen Grade die Vegetation befördert, mag es in der Luft verbreitet oder im Boden enthalten oder der Luft und dem Boden direkt zugesetzt worden sein, darüber liegen sehr zahlreiche Beobachtungen und Erfahrungen vor, deren landwirthschaftliche Bedeutung in der Düngerlehre nachgewiesen werden soll; ich beschränke mich hier auf die Bemerkung, daß auch Ville diesen überaus günstigen Einfluß beobachtete, als er in Gewächshäusern den Gehalt der Luft an kohlensaurem Ammoniak künstlich vermehrte, und es ergiebt sich also wenigstens, daß der atmosphärische Stickstoff nicht genügt, um ein möglichst üppiges Wachsthum der Pflanzen zu bewirken. Mit der vermehrten Bildung der vegetabilischen Substanz wird aber fast immer auch die absolute Menge des in der Pflanze gebundenen Stickstoffes eine größere, die Menge der vorhandenen Proteïnkörper nimmt zu; das Letztere ist vorzugsweise der Fall, wenn das Ammoniak in genügender Menge schon in der ersten Jugend der Pflanze zugegen ist, aber auch bemerkt man noch eine vermehrte Bildung der Proteïnkörper, wenn man erst zur Zeit der Blüthe der Pflanzen den Gehalt der umgebenden Atmosphäre an Ammoniak künstlich vermehrt, wie die von Chlebodarow im Jahre 1853 angestellten Versuche beweisen. Derselbe ließ nämlich Gerstepflanzen unter verschiedenen Düngungsverhältnissen, aber in einem stickstofffreien Boden und in gewöhnlicher atmosphärischer Luft vegetiren; der absolute Stickstoffgehalt der reifen Ernte betrug in 3 Versuchen 0,177, 0,287 und 0,473 Grm.; als jedoch Pflanzen derselben Beschaffenheit und unter denselben Bodenverhältnissen zur Zeit der Blüthe der Einwirkung einer größeren Menge von luftförmigem kohlensaurem Ammoniak ausgesetzt wurden, stieg der Stickstoffgehalt der Ernte auf 0,189, 0,430 und 0,687 Grm. Es war also das Ammoniak, welches eine vermehrte Bildung von Proteïnsubstanzen bewirkte; der freie atmosphärische Stickstoff kann nicht von der Pflanze zur Bildung organischer Verbindungen verwendet werden.

Die Resultate der beschriebenen Versuche beweisen, wie ich glaube, zur Genüge, daß die Pflanze nicht die Fähigkeit hat, den freien atmosphärischen Stickstoff zu assimiliren; wo bei der Vegetation der Pflanze eine Aufnahme von Stickstoff aus der Luft beobachtet wird, da muß dieser Stickstoff in der umgebenden Atmosphäre vorher in chemischer Verbindung als kohlensaures Ammoniak zugegen gewesen und als solches in die Pflanze übergegangen sein. Das **Ammoniak**, die **Kohlensäure** und das **Wasser** sind daher mit dem Sauerstoff die einzigen wesentlichen und unentbehrlichen Nahrungsmittel, aus welchen die höher organisirten Gewächse die ganze Quantität ihrer organischen Masse erzeugen.

Die **salpetersauren** Verbindungen haben, wie die Ammoniaksalze, die Fähigkeit, der Pflanze Stickstoffnahrung zuzuführen; die Gegenwart der ersteren ist für das Gedeihen der Gewächse nicht durchaus nothwendig, sie können aber, wenigstens bei der Ernährung gewisser Pflanzen, der Cerealien z. B., die Stelle des Ammoniaks, wie es scheint, in jeder Hinsicht vertreten, ohne daß es nöthig wäre, wie früher vermuthet worden ist, daß die Salpetersäure im Boden vorher eine Umwandlung in Ammoniak erlitte, welche allerdings bei Gegenwart von faulenden organischen Substanzen häufig stattfindet. **Boussingault** hat beobachtet, daß die salpetersauren Salze auch in einem ausgeglühten, humusfreien Boden die Vegetation in ganz ähnlicher Weise fördern, wie die Ammoniaksalze und diese Thatsache habe auch ich in sehr zahlreichen, von 1852 bis 1854 angestellten Versuchen bestätigt gefunden. Ein gewöhnlicher fruchtbarer Ackerboden wurde durch Ausglühen von allen organischen, stickstoffhaltigen Substanzen völlig befreit und sodann in den betreffenden Gefäßen mit verschiedenen Ammoniak- und salpetersauren Salzen in äquivalenten Mengen vermischt. Die Gewichte der wasserfreien Ernten findet man in der folgenden Tabelle zusammengestellt, in welcher die einzelnen Zahlen jedesmal die mittleren Ergebnisse aus 5 nahe übereinstimmenden Versuchen bezeichnen.

	Wirkung im J. 1852 auf Hafer.		Nachwirkung in d. J. 1853 u. 1854 auf Rothklee.	
Keine Düngung	0,597 Grm.	= 100,0 Prc.	1,495 Grm.	= 100,0
Salmiak	1,450 „	= 242,9 „	2,180 „	= 145,8
Kohlensaures Ammoniak . .	1,937 „	= 324,4 „	2,192 „	= 146,6
Schwefelsaures Ammoniak . .	1,730 „	= 289,7 „	2,416 „	= 161,6
Phosphorsaures Ammoniak . .	2,088 „	= 349,6 „	3,824 „	= 255,8
Salpetersaures Ammoniak . .	1,586 „	= 265,6 „	2,157 „	= 144,3
Salpetersaures Natron . . .	1,796 „	= 300,9 „	1,990 „	= 133,1
Salpetersaures Kali	1,700 „	= 284,8 „	1,915 „	= 128,1

Diese Versuche beweisen, daß auch die salpetersauren Salze direkt oder nachdem sie nur hinsichtlich des basischen Bestandtheiles im Boden eine Umsetzung erlitten haben, von der Pflanze aufgenommen werden, also als direkte Nahrungsmittel dienen und erst im Innern der Pflanze eine Zersetzung erleiden; wenigstens ist es nicht wohl zu vermuthen, daß die Salpetersäure in einem humusfreien, frisch ausgeglühten Boden so schnell in Ammoniak verwandelt werden könnte, als hier hätte der Fall sein müssen, wenn das Ammoniak die einzige Verbindung wäre, in welcher die Stickstoffnahrung in die Pflanze übergeht.

Die Kohlensäure und das Ammoniak werden fortwährend von den Pflanzen absorbirt, sie würden also aus der Atmosphäre, deren Bestandtheile sie sind, oder aus dem Erdboden nach und nach verschwinden, wenn nicht in der Natur Quellen vorhanden wären, aus welchen in jedem Augenblicke neue Quantitäten jener Stoffe gebildet und den Pflanzen dargeboten werden. Gleichwie nämlich die genannten Verbindungen als Nahrung in der lebenden Pflanze zu der Erzeugung der organischen Gebilde Veranlassung geben, so werden auch alle vegetabilischen Stoffe in dieselben Körper wiederum aufgelöst, wenn sie nach dem Absterben des Organismus eine Zerstörung erleiden, sei es, indem sie unter dem Einflusse von Wärme und Feuchtigkeit und unter dem mehr oder weniger vollkommnen Zutritt der atmosphärischen Luft, den Prozessen der Gährung, Fäulniß, Verwesung und Verbrennung unterliegen, oder auch als Nahrungsmittel in den thierischen Körper eingeführt hier eine Zersetzung erleiden, in Folge deren ein bedeutender Theil jener Nahrungsstoffe aus den Lungen und durch die Haut in der Form von Kohlensäure, Wasser und Ammoniak ausgeathmet wird. Da der thierische Körper direkt oder indirekt durch vegetabilische Stoffe ernährt wird, so kann dessen Zusammensetzung in qualitativer Hinsicht keine andere sein als die der Pflanzen; die letzten elementaren Bestandtheile des thierischen Körpers sind ebenso, wie die der Pflanzen, die vier einfachen Stoffe, nämlich der Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff. Nur die quantitativen Verhältnisse sind wesentlich von einander verschieden und namentlich unterscheidet sich in chemischer Hinsicht der thierische Körper dadurch von dem vegetabilischen, daß er eine ungleich größere Menge Stickstoff unter seinen Bestandtheilen enthält und daher auch bei seiner Verwesung weit mehr Ammoniak unter seinen Zersetzungsprodukten liefert. Für das Ammoniak kennen wir im Wesentlichen keine andere Quelle, als den Fäulniß- und Verwesungsprozeß organischer Körper. Die Ammoniakmenge, welche an einigen Punkten der Erdoberfläche die vulkanischen Ausbrüche begleitet und also aus dem Innern der Erde an die Oberfläche derselben hervortritt, so wie das Ammoniak, welches, wie wir an-

deuteten, herstammt von der in der Luft gebildeten und durch den Regen dem Erdboden zugeführten Salpetersäure, ein Prozeß, welcher allerdings in den heißen tropischen Zonen eine größere Bedeutung hat, als bei uns, — kann man der Quantität dieses Stoffes gleich setzen, welche für die Ernährung der Pflanze nach und nach verloren geht, indem das Ammoniak durch verschiedene Prozesse in seine einfachen Bestandtheile zerlegt wird, besonders aber als solches in dem Erdboden gebunden oder dem freien Zutritt der Atmosphäre entzogen wird. Das Ammoniak wird also aus der Luft oder dem Erdboden von der Pflanze aufgenommen und verarbeitet, durch die vegetabilische Nahrung geht der Stickstoff in die Zusammensetzung des thierischen Organismus ein, und in Folge der Zersetzung der todten Ueberreste der Organismen nimmt der Stickstoff wiederum die Form des flüchtigen Ammoniaks an, um von Neuem den angedeuteten Kreislauf zu beginnen. Einen ähnlichen Kreislauf beschreibt auch die Kohlensäure; sie ist ein beständiger, wenn auch wechselnder Bestandtheil der atmosphärischen Luft, deren absoluter Gehalt an diesem gasförmigen Körper, dem Gewichte nach, über 3000 Billionen Kil. beträgt. Nach Chevandier werden auf der Fläche eines Hektars in einem Buchenwald jährlich ungefähr 1800 Kil. Kohlenstoff zur Holzbildung verwendet. Diesen Kohlenstoff muß so gut wie ausschließlich die umgebende Atmosphäre liefern. Die über einem Hektar befindliche Luftsäule enthält 16900 Kil. Kohlenstoff; man hat also $\frac{16900}{1800} = 9,39$. Es ergiebt sich hieraus, daß, wenn die ganze Oberfläche der Erde mit einer derjenigen eines gut bestandenen Buchenwaldes gleichen Vegetation bedeckt wäre und wenn die durch dieselbe absorbirte Kohlensäure nicht wieder ersetzt würde, schon nach dem Verlauf von 9 Jahren die Luft vollständig ihres Kohlensäuregehaltes beraubt sein würde. Dieser Ersatz findet aber allerdings statt, die von den Pflanzen absorbirte Kohlensäure wird der Atmosphäre durch die schon mehrfach erwähnten Prozesse der Verbrennung, Respiration, Gährung, Fäulniß und Verwesung in großer Menge wiederum zugeführt. Eine ebenfalls sehr bedeutende Quantität des Kohlensäuregases tritt aus dem Inneren oder aus den tieferen Schichten der Erde durch die feuerspeienden Berge hervor, oder strömt von den Mineralquellen und selbst aus den Klüften der Felsen und durch die Poren des Erdbodens in die Atmosphäre hinaus, in Gegenden, wo, wie in Italien, noch gegenwärtig thätige Vulkane in der Nähe auftreten, oder wie am Laacher See, im Gebirge der Eifel und in Böhmen, solche Luftausströmungen oder heiße Mineralquellen die Anzeichen sind eines von der Erdoberfläche nicht sehr entfernten Heerdes des vulkanischen Feuers. Der Kohlenstoff, welcher jährlich durch die Pflanzen der Luft entzogen und durch den Verwesungs- und Verbrennungsprozeß nicht völlig der Atmosphäre zurückgegeben wird,

sondern zu der jährlich stattfindenden Vermehrung des Humusgehaltes der Ackerkrume beiträgt oder zur Ablagerung bedeutender Massen vegetabilischer Substanz in Sümpfen und Torfmooren die Veranlassung giebt, — wird reichlich aus den angedeuteten Quellen wiederum ersetzt, so daß die Kohlensäuremenge, welche in der atmosphärischen Luft enthalten ist, im Wesentlichen nicht geändert wird, sondern im Mittel stets dieselbe bleibt.

c. Feste mineralische Pflanzennahrungsstoffe.

In einigen Produkten des Pflanzenreiches, in den stickstoffhaltigen, sogenannten eiweiß- oder proteïnartigen Körpern, sind außer den erwähnten vier Elementen, gewöhnlich noch zwei Stoffe vorhanden, ebenfalls in chemischer Verbindung mit den übrigen Bestandtheilen dieser organischen Substanzen, nämlich der Schwefel und vielleicht auch der Phosphor. Diese Körper sind freilich nur in geringer Menge zugegen, indem der Schwefel in dem Kleber z. B. nur etwa 1 Procent von dem ganzen Gewichte ausmacht, aber trotz der geringen Quantität muß diese doch durchaus als wesentlich für die Zusammensetzung der genannten organischen Substanz angesehen werden, denn bei völliger Abwesenheit der Phosphorsäure und der Schwefelsäure in der Umgebung der Pflanze vermag diese auch nicht sich zu entwickeln, können sich nicht Proteïnverbindungen bilden.

Es ist ferner noch auf einige andere in den vegetabilischen Organismus eingehende Mineralkörper oder Aschenbestandtheile aufmerksam zu machen, deren Gegenwart in dem die Pflanzen ernährenden Boden eben so wichtig ist, als das Vorhandensein der vorher erwähnten Nahrungsstoffe in der Ackerkrume oder der umgebenden Atmosphäre. Wenn diese Mineralstoffe nicht in der Ackerkrume zugegen sind oder nicht in einem auflöslichen, von der Pflanze aufnehmbaren und assimilirbaren Zustande sich befinden, dann kann, wie ich sogleich zeigen werde, auch kein Wachsthum der Pflanze stattfinden, dann sind die Nahrungsstoffe der Kohlensäure, des Ammoniaks und des Wassers auch nicht fähig, in organische Verbindungen umgewandelt zu werden. Alle Bestandtheile, welche wir in der lebenden Pflanze vorfinden, müssen in einer bestimmten Form als Nahrungsmittel derselben von Außen her dargeboten werden, kein einziges der letzten Elemente kann durch den Organismus selbst erzeugt werden. In einer und derselben Pflanze, in einem bestimmten Theile derselben, sind, ebenso wie stets sich gleichbleibende organische Substanzen entstehen, immer auch dieselben Mineralkörper vorhanden, ja auch in gleichen quantitativen Verhältnissen, wenn nicht eigenthümliche klimatische, Boden- und Witterungsverhältnisse die gleichsam krankhafte Ausbildung des ganzen Gewächses oder irgend eines einzelnen Theiles, sei

es zum Nutzen oder Schaden des Producenten, bewirkt oder befördert habe. Die mineralischen Nährstoffe der Pflanzen sind ähnlich wie die zur Erzeugung organischer Substanzen erforderlichen Mittel der Zahl nach nur wenige. Man findet sie mit wenigen Ausnahmen sämmtlich in allen Pflanzen und in allen Theilen derselben; nur in den quantitativen Verhältnissen bemerkt man wesentliche Verschiedenheiten. Die folgenden Mineralstoffe werden von dem vegetabilischen Organismus aufgenommen: der Kalk und die Magnesia, unter der chemischen Benennung der alkalischen Erden zusammenbegriffen, das Kali und das Natron, unter dem gemeinschaftlichen Namen der fixen Alkalien bekannt; diese 4 verschiedenen Substanzen bilden die Mineralbasen, welche für die Ernährung und das Wachsthum der Pflanzen vorzugsweise von Bedeutung sind. Das Eisenoxyd und zum Theil auch das Manganoxyd findet man gleichfalls fast überall in der vegetabilischen Asche, wenn auch meistens nur in geringer Quantität, und das erstere scheint daher auch für viele Pflanzen ein nothwendiger Nahrungsstoff zu sein. Den Mineralbasen gegenüber stehen die Mineralsäuren, welche mit jenen chemische Verbindungen bilden und mit ihnen zusammen die Aschenbestandtheile der Pflanzen ausmachen. Diese Mineralsäuren sind die Kohlensäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure und das Chlor oder der Hauptbestandtheil der Salzsäure. Außer den genannten Körpern ist endlich noch die Kieselerde oder die Kieselsäure zu erwähnen, welche namentlich in einigen Pflanzen, z. B. in allen der Familie der Gräser angehörenden Gewächsen den größeren Theil der Asche ausmacht, und hinsichtlich ihres Vorkommens in der lebenden Pflanze sich dadurch von den übrigen Aschenbestandtheilen verschieden verhält, daß sie mit keinem derselben im Organismus der Pflanze eine chemische Verbindung bildet, sondern für sich im freien Zustande aus dem Pflanzensafte und vorzugsweise in den äußeren Theilen des Gewächses, wie in der Rinde oder unter der Epidermis sich ausgeschieden hat. Die chemischen Verbindungen der Mineralbasen und der Mineralsäuren, wie sie in der Asche der Pflanzen entweder sämmtlich zu gleicher Zeit oder mit einzelnen Ausnahmen auftreten, sind die folgenden:

Kohlensaurer Kalk	Kohlensaures Kali
Phosphorsaurer Kalk	Kohlensaures Natron
Kohlensaure Magnesia	Schwefelsaures Kali
Phosphorsaure Magnesia	Schwefelsaures Natron
Phosphorsaures Kali	Chlornatrium
Kieselsäure	Chlorkalium
Eisenoxyd	Manganoxyd.

Hinsichtlich des Ursprunges der die Pflanzenasche bildenden Mineralverbindungen verweise ich auf den vorhergehenden Abschnitt, in welchem von der Entstehung der Ackerkrume die Rede war. Der Prozeß der Verwitterung liefert den wildwachsenden Pflanzen die zu ihrem Fortkommen nöthigen mineralischen Nahrungsstoffe.

Schon zu Anfang dieses Jahrhunderts erkannte de Saussure die Bedeutung der unorganischen oder mineralischen auflöslichen Körper für die Vegetation der Pflanzen. Zur völligen Klarheit wurde diese früher noch immer mehrfach bestrittene Thatsache erst in neuerer Zeit durch Liebig und durch die Versuche von Wiegmann und Polstorff gebracht. Die letztgenannten Chemiker bewiesen nämlich durch sorgfältig ausgeführte Versuche, daß die Pflanze bald verkümmert, wenn sie nicht aus ihrer Umgebung die erforderliche Quantität der Mineralsubstanz in sich aufnehmen kann. Unter anderen wurde folgender Versuch angestellt. Ein Platintiegel, angefüllt mit feinstem Platindraht, wurde mit destillirtem Wasser befeuchtet und unter die obere Schicht des Drahtes 30 Samenkörner von Kresse (Lepidium sativum) gelegt, der Tiegel auf einen Teller gesetzt und mit einer tubulirten Glasglocke, welche unten mit Talg bestrichen war, bedeckt. Durch eine künstlich bereitete atmosphärische Luft, bestehend aus 21 Th. Sauerstoff, 78 Th. Stickstoff und 1 Th. Kohlensäure, wurde die in der Glasglocke enthaltene Luft verdrängt. Vermittelst einer langen Pipette wurde den Pflänzchen das nöthige destillirte Wasser gegeben, welches freilich, da keine Verdunstung stattfand, nur einmal nöthig war, und alle 8 Tage die Luft der Glocke durch frische, von derselben Temperatur, mit Hülfe eines Gasometers erneuert. Die Samen keimten nach Verlauf zweier Tage, entwickelten später Blätter und die Pflänzchen schienen sich ganz wohl zu befinden, erreichten eine verschiedene Höhe, einige von 2, andere von 3 Zoll, während eines Zeitraums von 26 Tagen, wo sie anfingen gelb zu werden und abzusterben. Zwei Samenkörner hatten sich nicht keimfähig gezeigt. Die 28 Pflänzchen wurden nun aus dem Apparat genommen und getrocknet, wobei sie trotz der kümmerlichen Entwicklung doch ganz den der Kresse eigenthümlichen scharfen Geruch zeigten, darauf im Platintigel verbrannt. Sie lieferten eine Asche von 0,0025 Grm.; 28 gute Samenkörner von Lepidium sativum wurden nun ebenfalls eingeäschert und gaben bis auf eine unbedeutende Schwankung 0,0025 Asche, also ganz dieselbe Quantität wie die Pflanzen. Es ergiebt sich aus dem Resultate dieses Versuches, bei welchem alle übrigen Bedingungen zur Vegetation erfüllt zu sein schienen, daß die Pflanze bei Abwesenheit der nöthigen Menge an Mineralnahrung, sich nicht vollständig zu entwickeln, noch weniger aber diese selbst in ihrem Organismus zu bilden und zu erzeugen vermag.

Zu demselben Resultate, daß nämlich die oben erwähnten Mineralst[offe] im Ganzen wie im Einzelnen unentbehrlich sind für die Entwicklung [der] Pflanze, gelangte Polstorff bei seinen ganz vor Kurzem ausgeführten V[er]suchen. Besonders interessant sind die vom Fürsten zu Salm-Horstmar mitgetheilten Beobachtungen, welche die Richtigkeit der so eben ausgesprochenen Behauptung auf das Klarste beweisen. Er fand nämlich, daß die Pflanze, z. B. der Hafer, aller ihrer Aschenbestandtheile nothwendig bedarf, wenn sie normal und kräftig sich entwickeln soll. Ohne Kieselerde in der Bodenmischung, in welcher die Haferpflanze vegetirte, blieb diese ein niederliegender, glatter, bleicher Zwerg; ohne Kalkerde starb sie schon im zweiten Blatt; ohne Kali oder Natron wurde sie nur 3 Zoll lang; ohne Magnesia blieb sie schwach und niederliegend, ohne Phosphorsäure sehr schwach, aber aufrecht und normal geformt, ohne Schwefelsäure noch schwächer, aufrecht und normal geformt, aber ohne Frucht; ohne Eisen blieb sie sehr bleich, unkräftig und abnorm, und ohne Mangan erreichte sie nicht ihre volle Kraft und setzte nur wenig Blüthen an; das Natron konnte das Kali ersetzen, aber auf Kosten der Stärke der Haferpflanze, Magnesia konnte dagegen die Kalkerde nicht vertreten. Wenn aber alle die genannten mineralischen Substanzen zusammen in einem geeigneten Verhältnisse zugegen waren, so gelangte die Haferpflanze zur vollständigen und ziemlich üppigen Entwicklung, auch bei völliger Abwesenheit von Humus und einer humusartigen Substanz im Boden.

B. Uebergang der Nahrungsstoffe in die Pflanze.

a. Aufnahme des Wassers von der Pflanze.

Das Wasser fällt in der Form von Regen, Schnee und Thau auf die Erdoberfläche nieder, dringt in den Boden ein, wird von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen, in dem Organismus derselben zum kleineren Theile zersetzt und assimilirt, zum größeren Theile unverändert von deren Oberfläche wieder verdunstet. Das Regenwasser genügt keineswegs, um die Pflanze mit dem zu ihrem Wachsthum nöthigen, dem sogenannten Vegetationswasser, zu versorgen. Die Quantität Wasser, welche während der Entwicklung der Pflanze von deren Oberfläche verdunstet, ist größer als die ganze Menge, welche in tropfbarflüssiger Form ihr zugeführt wird. Hales, ein Engländer, fand, daß von der Oberfläche einer ziemlich entwickelten Sonnenblume in den 12 Stunden des Tages durchschnittlich 610 Grm. Wasser verdunsten; das Ausdunsten wurde durch trocknes und warmes Wetter begünstigt, in feuchter Luft war es vermindert; auch während der Nacht betrug die Ver-

dunstung einige Mal nur 90 Grm. und zuweilen war dieselbe gleich Null. Mit diesen Angaben stimmen die Beobachtungen de Saussure's überein, welcher bemerkte, daß eine Sonnenblume in den 4 Monaten ihres Wachsthums ungefähr 100 Kil. Wasser eingesogen und verdunstet haben mußte. Legen wir die letztere Beobachtung zu Grunde und geben einer jeden Pflanze der Sonnenblume 4 Quadratfuß Bodenfläche, so werden auf der Fläche eines Hektar 25,272 Pflanzen Platz haben und diese mithin in den 4 Sommermonaten 2,527,200 Kil. Wasser aus dem Boden aufsaugen und in die Luft verdunsten. Bedenkt man nun ferner, daß zwischen den Pflanzen der Sonnenblumen der Boden mit Gras und Unkraut bewachsen ist und daß dieses gewiß eine fast ebenso große Quantität Feuchtigkeit ausdunstet, so ergiebt sich, daß auf der Fläche eines einzigen Hektar beinahe 5 Millionen Kil. Wasser mittelst der Wurzeln dem Boden entzogen wird. Lawes und Gilbert fanden die Verdunstung von einer gleichen Fläche Getreide in den 4 bis 5 Monaten der Vegetation ungefähr gleich 2 Millionen Kil. Ein Hektar mit Kohl bepflanzt verlangt nach Hales 8 Millionen, Hopfen über 10 Millionen und ein Obstgarten wenigstens 8 Millionen Kil. Wasser. Nun fällt aber den Beobachtungen zufolge, in England während der 4 Sommermonate auf die Fläche eines Hektar höchstens 2,500,000 Kil. Regen nieder, im Innern von Frankreich und Deutschland noch bedeutend weniger. Von dieser Regenmenge wird nur der geringste Theil wirklich von den Wurzeln der Pflanze aufgenommen, ein sehr großer Theil verdunstet schon vorher wieder in die Luft und noch mehr läuft von dem Erdboden ab, oder wird durch Quellen, Bäche und Flüsse dem Meere zugeführt. Wie beträchtlich die Menge des letzteren ist, ergiebt sich aus den angestellten Messungen und Berechnungen, nach welchen die Themse (jedenfalls noch zu niedrig) $^1/_3$, der Unterrhein $^3/_4$, der Oberrhein $^4/_5$ des ganzen jährlich in dem Gebiete dieser Flüsse niederfallenden Regens, Schnees und Thaues fortführt; ja die Weser soll sogar nach den Beobachtungen und Berechnungen von Berghaus eine größere Menge Wasser dem Meere zuführen, als die ganze Menge des atmosphärischen Wassers beträgt, zum Beweise, daß hier noch andere Quellen vorhanden sein müssen, aus welchen das Wasser der Weser zuströmt. Nimmt man nun aber auch an, daß im allergünstigsten Falle die Pflanze die Hälfte des Regenwassers aufsaugt, so erhalten wir für die Fläche eines Hektar doch nur eine Quantität von 1,250,000 Kil. Wasser, während in Wirklichkeit wenigstens 3 bis 6,000,000 Kil. Wasser von den Pflanzen verbraucht und verdunstet werden. Diese Wasserquantität muß bei weitem zum größten Theile durch die Wurzeln dem Erdboden entzogen werden, indem die Pflanze an ihrer der Luft ausgesetzten Oberfläche fortwährend Wasser verdunstet, aber

nur in sehr geringer Menge aus der umgebenden Atmosphäre absorbirt. Aus dieser ganzen Betrachtung ergiebt sich, daß die größere Hälfte des Vegetationswassers von dem Erdboden aus den in der Luft stets verbreiteten Wasserdünsten aufgenommen, condensirt und als Feuchtigkeit den Wurzeln dargeboten wird, um nach der Verdunstung aus der Pflanze auf demselben Weg den Wurzeln derselben aufs Neue zugeführt zu werden. Es ergiebt sich ferner, wie außerordentlich wichtig für das ganze Gedeihen der Vegetabilien die dem fruchtbaren Erdboden stets eigenthümliche hygroskopische Beschaffenheit ist und das Vermögen die einmal aufgenommene Feuchtigkeit zurückzuhalten.

b. Aufnahme der Kohlensäure von der Pflanze.

Während das Wasser fast allein von den Wurzeln aus in dem vegetabilischen Organismus sich verbreitet, ist dieses keineswegs bei dem zweiten Hauptnahrungsstoff, der Kohlensäure, der Fall, wie schon die folgenden, von Mulder mitgetheilten Betrachtungen beweisen. Die Kohlensäure wird in so bedeutender Menge von den Pflanzen aufgenommen, daß nach Chevandier jährlich auf einem Hektar 1800 Kil. Kohlenstoff gebunden werden. Diese Kohlensäure kann unmöglich aus dem Boden den Pflanzen zugeführt, d. h. die Aufnahme derselben nicht durch das Regenwasser vermittelt werden. Ein Liter Kohlensäure wiegt 1,98 Grm. Das Regenwasser enthält nur geringe Mengen Kohlensäure. Nehmen wir an, daß in 1 Liter Regenwasser 10 Cubikcentimeter Kohlensäure enthalten sind (zu Utrecht fand Baumhauer in 1000 Grm. oder 1 Liter, in 5 verschiedenen Regenwassern, die alle eine Zeitlang der Luft ausgesetzt gewesen waren, 4,70; 4,24; 7,93; 8,56; 9,09 C. C. Kohlensäure, also ist die Annahme von 10 C. C. auf 1000 Grm. Wasser jedenfalls noch zu hoch), so haben wir in 100 Kil. 1,98 Grm. Kohlensäure oder 0,547 Grm. Kohlenstoff. Eine Quantität von 330,000,000 Kil. Regenwasser würde also erforderlich sein, um 1800 Kil. Kohlenstoff der Pflanze zu liefern. Es fällt aber in dem Binnenlande von Frankreich (nach Kämtz 24 Zoll oder 0,650 Meter, also pr. Hektar oder 10,000 □Meter 6500 Cubikmeter jährlich; nach Simons und Greve in Holland 0,657 Meter oder pr. Hektar 6570 Cubikmeter) auf ein Hektar jährlich nur eine Quantität von 6,500,000 Kil. Regenwasser, also ungefähr so viel, wie den vorher angeführten Beobachtungen zufolge allein während 4 Sommermonaten von der Oberfläche der Pflanzen verdunstet. Es kann also höchstens nur $^{1}/_{50}$ der erforderlichen Menge von Kohlensäure aus der Luft mit den atmosphärischen Niederschlägen in den Erdboden eindringen und durch die Wurzeln den Pflanzen zugeführt werden. Die Quantität Kohlensäure, welche das Was-

ser aus den im Boden sich zersetzenden Humussubstanzen aufnimmt, ist hier nicht mit gerechnet. Derselben steht eine viel größere Menge Kohlensäure gegenüber, welche die Pflanzen durch die abgeworfenen Blätter verlieren, die, indem sie verfaulen, eine beträchtliche Menge Kohlensäure in die Luft verdunsten lassen; außerdem diejenigen Quantität Kohlensäure, welche durch Exhalation ausgetrieben wird und endlich noch eine dritte Menge, welche mit dem aus dem Boden verdunstenden Wasser wieder in die Atmosphäre zurückkehrt. Die Quantität des gefallenen Regens ist für ein ganzes Jahr genommen, während die Pflanzen in gemäßigten und kalten Ländern nur einige Monate im Jahre Feuchtigkeit aus dem Boden nehmen. Dadurch wird die Rechnung noch viel ungünstiger für das Eintreten der Kohlensäure in die Pflanze durch die Wurzeln. Dagegen ist zu berücksichtigen, daß wir den Thau, welcher nicht tief in den Boden eindringt, aber vorzugsweise die Blätter beschlägt, noch nicht in Rechnung gezogen haben. Nehmen wir an, daß die Pflanze jährlich 6 Monate lang Wasser durch die Wurzeln aufnehmen und daß ebenso viel Thau als Regen in den Boden dringt, so bleibt die Rechnung noch dieselbe. Gehen wir von den Beobachtungen Chevandier's aus, welchen zufolge 1800 Kil. Kohlenstoff pr. Hektar condensirt werden, so müßte 1 Liter Regenwasser nicht 10 C. C., sondern 500 C. C. Kohlensäure enthalten, welches unmöglich ist. Aus dem Boden kann daher unter den gewöhnlichen Verhältnissen der wild wachsenden Pflanzen nur ein kleiner Theil der als Nahrungsstoff verarbeiteten Kohlensäure in den Organismus übergeführt worden sein. Der größte Theil dieser Substanz muß direkt aus der Atmosphäre in die Pflanze eindringen.

Durch ihre Blätter nimmt die Pflanze einen großen Theil ihres Kohlenstoffes in der Form von Kohlensäure auf. Diese Thatsache ist auch durch direkte Versuche bewiesen. Ich mache hier nur auf einen, in neuester Zeit von Boussingault ausgeführten Versuch aufmerksam, der besonders interessant ist, weil derselbe auf eine Pflanze sich bezieht, welche durchaus unter den gewöhnlichen Verhältnissen und auf ihrem natürlichen Standpunkte sich befand. Boussingault stellte im Sommer 1840 den folgenden Apparat zusammen. Ein Ballon von 15 Liter Inhalt war mit 3 Oeffnungen versehen und eine in voller Frische stehende Weinrebe durch die untere Oeffnung eingeführt und zwar mittelst einer Kautschuckröhre genau luftdicht befestigt. Die Weinrebe hatte 20 Blätter. Durch den oberen Röhrenansatz ging eine dünne Röhre, um das Innere des Ballons mit der äußeren Luft in Verbindung zu setzen. Die seitliche Oeffnung stand mittelst einer eingeschliffenen Röhre mit einem besonderen Apparate in Verbindung, um den Kohlensäuregehalt der Luft mit großer Genauigkeit zu bestimmen. Die Luft

ging, ehe sie in den zuletzt angegebenen Apparat kam, durch den Ballon, in welchem der Zweig enthalten war. Die Schnelligkeit des Wassers betrug nach dem Ausfluß eines mit Wasser gefüllten Aspirators bestimmt, 15 Liter in einer Stunde. Die Blätter wurden dem Lichte ausgesetzt und der Versuch dauerte von 11 bis 3 Uhr Mittags. Bei dem einen Versuch fand sich, nachdem alle Correktionen angebracht waren, daß die atmosphärische Luft nach ihrem Durchtritt durch den Ballon 0,0002 Kohlensäure enthielt; die Luft, welche zu derselben Zeit in der Nähe des Apparates aufgefangen war, enthielt dagegen 0,00045. Bei einem anderen Versuch betrug der Kohlensäuregehalt der Luft nach dem Austritt aus dem Ballon nur 0,0001, in der Luft der Umgebung dagegen 0,0004. Es verlor also die Luft bei dem ersten Versuche durch Einwirkung der dem Sonnenlichte ausgesetzten Blätter $^5/_9$, bei dem zweiten Versuche $^3/_4$ ihres Kohlensäuregehaltes.

c. Aufnahme des Ammoniaks in der Pflanze.

Das **Ammoniak** ist der dritte Hauptnahrungsstoff für die Pflanze. Es ist nirgends in der Natur im freien Zustande vorhanden, sondern stets in Verbindung mit Säuren, vorzugsweise mit der überall gegenwärtigen Kohlensäure, und scheint fast ausschließlich in dieser Verbindung, als kohlensaures Ammoniak, von der Mehrzahl der Pflanzen aufgenommen zu werden. Das kohlensaure Ammoniak, im gemeinen Leben unter dem Namen Hirschhornsalz bekannt, bildet im gereinigten Zustande eine feste, weiße krystallinische Masse, welche aber so flüchtig ist, daß sie schon bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft so schnell wie Kampfer verdampft. Wegen dieser Flüchtigkeit ist es stets in der Atmosphäre verbreitet, kann aber hier niemals in bedeutender Menge sich ansammeln, weil es bei niedriger Temperatur wieder die feste Form annimmt und sich niederschlägt, besonders aber, weil jeder Regen oder Thau fast die ganze Menge des über einer bestimmten Fläche vorhandenen Ammoniaks im Wasser aufgelöst dem Erdboden wiederum zuführt. Der größere Theil des Ammoniaks, dessen die Pflanze während ihres Wachsthums bedarf, muß in Wasser aufgelöst von den Wurzeln aus dem Erdboden aufgenommen werden. Ein Theil des Ammoniaks gelangt, wie es scheint, auch durch die Blätter, gleichzeitig mit der Kohlensäure in den Organismus der Pflanze und zwar, je nach der Struktur und Oberfläche der Blätter eine größere oder geringere Menge. Die sogenannten Blattpflanzen besitzen, wie später nachgewiesen werden soll, im höheren Grade als die schmalblätterigen Halmfrüchte die Fähigkeit, der umgebenden Atmosphäre Ammoniak zu entziehen. Die Menge des jährlich von der Vegetation gebundenen Ammoniaks ist nicht unbedeutend, ungeachtet der procentische Ge-

halt der Pflanze an Stickstoff verhältnißmäßig nur gering ist. Legt man die früher angegebenen Zahlen auch hier zu Grunde, und setzt zugleich den Stickstoffgehalt der trocknen vegetabilischen Substanz nur zu 1 Procent, so erhält man doch für die ganze Quantität des auf der Erdoberfläche jährlich von der Pflanze assimilirten Stickstoffes 270,000 Millionen Kil., oder da der Stickstoff hauptsächlich in der Form von Ammoniak aufgenommen wird, 327,500 Millionen Kil. Ammoniak. Man kann aus zahlreichen, in neuester Zeit ausgeführten Bodenanalysen mit ziemlicher Sicherheit entnehmen, daß die Menge des im Boden chemisch gebundenen Stickstoffes zu der des Kohlenstoffes durchschnittlich ungefähr sich verhält wie 1 : 15, woraus also folgen würde, daß auf der ganzen Erdoberfläche in der dieselbe überziehenden fruchtbaren Humusschicht, etwa 40 Billionen Kil. Stickstoff enthalten sind, welchen 49 Billionen Kil. Ammoniak entsprechen; diese Menge ist hinreichend, um länger als $1^1/_2$ Jahrhunderte die ganze Vegetation mit Stickstoffnahrung zu versorgen, vorausgesetzt, daß der in der Ackerkrume gebundene Stickstoff während dieser Zeit vollständig in den auflöslichen, assimilirbaren und also ammoniakalischen Zustand übergeht.

d. Aufnahme der Mineralstoffe von der Pflanze.

Die Art und Weise, wie die mineralischen Nahrungsstoffe in die Pflanze gelangen, ist nicht schwierig zu ergründen. Die Salze der Alkalien und auch einige der Erden sind in Wasser leicht löslich, sie werden also zugleich mit dem Wasser aus dem Erdboden durch die Wurzel aufgenommen. Die in reinem Wasser unlöslichen Verbindungen der Kalk- und Magnesiasalze mit Kohlensäure und Phosphorsäure erhalten diese Auflöslichkeit bis zu einem gewissen Grade, wenn das Wasser, welches mit ihnen in Berührung kommt, freie Kohlensäure absorbirt hat. Dieses ist stets bei dem Regenwasser der Fall, welches im Erdboden, wo fortwährend organische Stoffe in Zersetzung begriffen sind und also stets Kohlensäure sich ausscheidet, in noch höherem Grade mit diesem gasförmigen Körper beladen wird. Nach Lassaigne löst sich der basisch phosphorsaure Kalk aus den Knochen bei gewöhnlicher Temperatur in mit Kohlensäure gesättigtem Wasser in dem Verhältniß von $\frac{75}{100,000}$ seines Gewichtes oder zu $\frac{1}{1333}$ auf. Auch verschiedene Salzlösungen verhalten sich als Lösungsmittel gegen den phosphorsauren Kalk; so soll nach Artus ein Liter Wasser, das $\frac{1}{12}$ seines Gewichtes Kochsalz gelöst enthält, bei gewöhnlicher Temperatur 0,333 Grm. basisch phosphorsauren Kalk aufnehmen können, und Liebig hat beobachtet, daß Wasser, welches schwefelsaures Ammoniak enthält, den phosphorsauren Kalk so leicht auflöst, wie reines Wasser den Gips. Die Kieselsäure endlich ist ein Körper, von

welchem zwei verschiedene Modifikationen bekannt sind, nämlich eine, die in Wasser auflöslich und eine andere, die in demselben unlöslich ist. Die eine dieser Modifikationen bildet den gewöhnlichen Quarz, welcher im mechanisch zerkleinerten Zustand als Sand einen für die Gestaltung der physikalischen Eigenschaften wichtigen Bestandtheil der Ackerkrume bildet, in chemischer Hinsicht aber für die direkte Ernährung der Pflanze keinerlei Bedeutung hat, wenn nicht vielleicht alkalische Wasser sehr lange auf denselben einwirken und so nach und nach etwas Kieselsäure in den aufgelösten Zustand überführen. Die zweite oder die in Wasser auflösliche Modifikation der Kieselsäure wird durch den Verwitterungsprozeß der kieselhaltigen, namentlich derjenigen Mineralien geliefert, welche zu gleicher Zeit Alkalien enthalten. Hier scheidet sich nämlich zunächst kieselsaures Kali oder Natron aus, welches, durch Kohlensäure zersetzt, die ausgeschiedene Kieselsäure in einem in Wasser auflöslichen Zustande zurückläßt. Künstlich kann man nach Kühn wässerige Lösungen der Kieselsäure darstellen, welche 5 bis 6 Proc. Kieselsäure enthalten. Verdampft man die wässerige Auflösung der Kieselsäure bis zur Trockenheit, so geht dieselbe in die unlösliche Modifikation über; ebenfalls ist die in der Pflanzenasche zurückbleibende Kieselsäure in Wasser unlöslich. In beiden Fällen ist aber die aus ihrer Auflösung ausgeschiedene Kieselsäure in einem so fein zertheilten Zustande zugegen, daß das Wasser, besonders wenn dasselbe alkalisch reagirt, wie es bei dem in der Ackerkrume vorhandenen in der Regel der Fall ist, die Fähigkeit erhält, nach und nach unter längerer, stetiger Einwirkung die Kieselsäure wiederum in den auflöslichen, d. h. in einen Zustand überzuführen, in welchem sie von den Pflanzen aufgenommen und assimilirt werden kann.

Die Mineralsubstanzen werden von der Pflanze in einer außerordentlich verdünnten Lösung absorbirt. Boussingault hat durch zahlreiche Gewichtsbestimmungen und Analysen nachgewiesen, daß jährlich durch eine gute Ernte von 1 Hektare im Durchschnitt fast 200 Kil. Mineralsubstanzen fortgenommen werden, die also im aufgelösten Zustande dem Boden entzogen worden sind. Von der Oberfläche der hier geernteten Pflanzen sind aber während ihres Wachsthums wenigstens 3 Millionen Kil. Wasser verdunstet, welches durch die Wurzel aufgenommen stets eine geringe Quantität von Mineralsubstanz in den vegetabilischen Organismus überführt. Jene 200 Kil. bilden also nur $\frac{1}{15,000}$ von dem Gewichte des durch die Pflanze hindurchgegangenen Wassers. Lawes und Gilbert haben im Verhältniß zu der Menge des verdunsteten Wassers eine etwas größere Quantität Aschenbestandtheile in mehreren Culturpflanzen gefunden, nämlich auf 100,000 Kil. Wasser 30 bis 40 Kil. Mineralstoffe, also im Mittel etwa im Verhältniß, wie 3000:1.

Die Aufnahme der Mineralstoffe geschieht durch die Wurzel der Pflanze und zwar mittelst so kleiner Oeffnungen oder Poren, daß diese selbst mit Hülfe der besten Mikroskope dem Auge nicht deutlich gemacht werden können. Der Uebergang der Mineralstoffe aus dem Boden in die Pflanze ist vorzugsweise die Folge eines rein physikalischen Prozesses, welchen man die Endosmose nennt und der im Allgemeinen darin besteht, daß zwei durch eine Membran von einander getrennte Flüssigkeiten, von denen die eine concentrirter, an festen Stoffen reicher ist, als die andere, sich gegenseitig ins Gleichgewicht zu setzen, einen gleichen Grad von Concentration anzunehmen streben. Der Pflanzensaft bildet die eine und die in der Ackerkrume vorhandene, also außerhalb der Pflanze befindliche Feuchtigkeit die andere Auflösung. Von der Oberfläche der ganzen Pflanze, namentlich den Blättern, verdampft fortwährend eine bedeutende Menge Wasser, der Pflanzensaft wird also immer mehr concentrirt und erhält dadurch die Fähigkeit, neue Quantitäten von Feuchtigkeit dem Erdboden zu entziehen, mit welcher stets auch eine kleine Menge der in derselben aufgelösten Mineralstoffe in die Pflanze eintritt. Von den einmal aufgenommenen festen Mineralkörpern scheint aus der Pflanze nichts wieder mittelst der Wurzel ausgeschieden zu werden, weil in der gewöhnlichen Ackerkrume der Fall, daß diese eine concentrirtere Auflösung, als die des Pflanzensaftes, enthielte, kaum jemals eintreten möchte; in der Ackerkrume sind die verhältnißmäßig in nur geringer Menge vorhandenen auflöslichen Salze über einen sehr großen Raum verbreitet. In dem Abschnitte, welchen wir der Düngerlehre widmen wollen, werden wir sehen, daß man durch Zusatz einer zu großen Menge von leicht auflöslichen Mineralsalzen zu der Ackerkrume den Boden in den Zustand völliger Unfruchtbarkeit versetzen kann, und zwar um so leichter, je geringer ihr Gehalt an humusartigen Bestandtheilen ist. Die Ursache dieser Erscheinung ist darin zu suchen, daß durch die Gegenwart einer großen Menge von auflöslichen Mineralstoffen die in dem Boden sich erzeugende Auflösung in ihrem Verhalten zu der in der Pflanze im normalen Zustande vorhandenen eine zu concentrirte wird; die Aufnahme neuer Feuchtigkeit durch die Wurzel ist dann wesentlich gehindert, überhaupt die Funktionen der verschiedenen Organe gestört, und es wird nach und nach der Tod der Pflanze durch ein Uebermaß von mineralischer Nahrung herbeigeführt.

C. Zersetzung der Nahrungsstoffe in der Pflanze.

a. Erscheinungen und Prozesse bei dem Keimen der Samenkörner.

Das dem Schooße der Erde anvertraute Samenkorn erwacht zur Thätigkeit unter dem Einfluß von Wärme, Feuchtigkeit und dem Sauerstoff der

atmosphärischen Luft. Das Licht ist für die erste Einleitung des Keimungsprozesses nicht wesentlich; die Samenkörner keimen sogar schneller bei Ausschluß des Lichtes. Es ist möglich, daß das direkte Sonnenlicht auf die während des ersten Verlaufes des Keimens thätigen chemischen Prozesse im Samenkorne störend und ändernd einwirkt; außerdem mag es auch durch Zuführung einer größeren Wärme dem Samen einen Theil der nöthigen Feuchtigkeit entziehen. Nach Beobachtungen von Gladstone an keimenden Weizen- und Erbsenkörnern ist es die chemische Wirkung des Lichtes, welche nachtheilig auf den normalen Verlauf des Keimprozesses einwirkt; bei Ausschluß der chemischen Strahlen entwickelten sich das Würzelchen und Federchen des Embryo's am besten, während die Gegenwart der Wärme- und Lichtstrahlen eher eine günstige als nachtheilige Wirkung auf das Keimen der Samenkörner ausübte. Nothwendig aber ist das Tageslicht zur freudigen Entwicklung der Blattkeime, sobald nur erst die Lebensthätigkeit im Samenkorne erwacht und also der Keimungsprozeß eingeleitet ist, und dann sind es gerade die chemischen Strahlen, deren Einfluß eine rasche Entwicklung des Blattfederchens und der ganzen Pflanze im Verlaufe ihrer Vegetation bedingt. Die Richtigkeit des Obigen beweist der folgende, von Schleiden ausgeführte Versuch. Am 22. August wurden zwei ganz gleiche Zinkkästen mit feuchtem Sande gefüllt, in dieselben je 36 möglichst gleiche gesunde Gerstenkörner gesäet, der eine (Nr. 1) mit einem Glaskasten und der andern (Nr. 2) mit einem Zinkkasten von gleicher Größe bedeckt. Am 24. Aug. hatten in Nr. 1 nur 12 Pflanzen ein 1/4 Zoll langes Würzelchen, in Nr. 2 waren bereits fast alle so weit und zwei hatten schon zwei Nebenwürzelchen getrieben. Am 26. Aug. war in Nr. 1 noch kein Blattkeim hervorgetreten, in Nr. 2 schon bei allen. Am 29. Aug. hatten in Nr. 1 7 Stück noch keinen Blattkeim getrieben, bei 7 war der Blattkeim 1 Linie bis 1 Zoll lang, meist unter 6''', bei den übrigen 22 war der Blattkeim von 1 1/2" bis 3 1/2" lang. Bei allen war derselbe frisch grün. Sämmtliche 36 Pflänzchen wogen bei 88° R. getrocknet 1,589 Grm. In Nr. 2 hatten 25 Stück über 3" lange, 8 dagegen nur 6''' bis 1" lange Blattkeime, 3 hatten weder Wurzel noch Blattkeim. Alle waren bleich oder gelb. Sämmtliche Pflanzen wogen bei 88° R. getrocknet nur 0,564 Grm., also nur den dritten Theil des Gewichtes der am Licht entwickelten Pflanzen. Schon Saussure ließ Samenkörner gleichzeitig unter zwei Glasglocken keimen, von denen die eine undurchsichtig, die andere durchsichtig war; er fand, daß bei gleicher Temperatur der Keimprozeß unter beiden Glasglocken völlig derselbe war; dagegen bemerkte er, daß bei der Fortsetzung des Versuches unter der dunkeln Glasglocke das Blattfederchen eine matte und krankhafte Beschaffenheit zeigte, wo-

gegen die in dem durchsichtigen Behälter sich entwickelnden Pflänzchen ein größeres Gewicht hatten und die Vegetation daselbst kräftiger und weiter vorgerückt war.

Ueber die Höhe der Temperatur, bei welcher die verschiedenen Samenkörner keimen, und über die Zeit, welche zur Entwicklung der Keime bei Gegenwart von denselben äußeren Bedingungen erforderlich ist, hierüber fehlt es durchaus an genügenden Beobachtungen. Unter 4° R. scheinen nur sehr wenige Pflanzen zu keimen; dagegen bis zu einer gewissen Gränze verläuft der Keimungsprozeß um so schneller, je höher die äußere Temperatur ist; sowie aber diese Gränze überschritten ist, tritt wieder eine Verlangsamung und endlich eine vollständige Störung ein. Weizen und Gerste keimten z. B. bei 16° bis 20° R. in 10 Stunden, bei 20° bis 28° R. in 12 Stunden, bei 40° gar nicht mehr (Edwards und Collin).

Auch die Gegenwart der atmosphärischen Luft oder des in derselben enthaltenen Sauerstoffgases ist durchaus wesentlich für die Einleitung des Keimungsprozesses sowohl wie zu dessen Fortführung. Vorzugsweise in dem Mangel an freiem Zutritt der Luft liegt die Ursache, weshalb die Samen in der Ackerkrume verfaulen und also nicht zum Keimen gelangen, wenn sie zu tief untergebracht, zu hoch mit Erde bedeckt worden sind. Die von Schleiden mitgetheilten Beobachtungen ergaben, daß Hülsenfrüchte, Getreide und Lein 1, 2, 3, 4, 5 und 6 Zoll tief gesäet um so später keimten, je tiefer sie lagen; bei den Hülsenfrüchten und dem Getreide betrug der Unterschied im April 10—14 Tage, im Juni 4—7 Tage. Der Lein keimte schon bei 5 Zoll gar nicht mehr, Weizen in 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 und 8 Zoll Tiefe gelegt, entwickelte sich von 1 bis 3 und 4 Zoll immer kräftiger, je tiefer er lag, von 3 und 4 bis 7 Zoll dagegen immer kümmerlicher. Bei 7 Zoll blieben die Pflanzen ohne Aehren, bei 8 Zoll keimten sie gar nicht mehr.

Die Feuchtigkeit muß bekanntlich ebenfalls vorhanden sein, wenn die Samenkörner zum Keimen gelangen sollen. Die Menge der hierzu erforderlichen Feuchtigkeit ist sehr verschieden bei den verschiedenen Pflanzen und kann vielleicht einigermaßen nach der Menge Wasser beurtheilt werden, welche die Körner bei ihrem Einweichen in Wasser während einer bestimmten Zeit absorbiren. Diese betrug, ebenfalls nach Schleiden's Mittheilungen, innerhalb 24 Stunden an Gewichtsprocenten der lufttrocknen Körner, bei Weizen 25, bei Hafer 31, bei Roggen 37, bei Raps 46, bei Pferdebohnen 58, bei Wicken 78, bei blauen Erbsen 85, bei dem rothen Kopfklee 124 und bei dem Leindotter 276 Prc. Nach Versuchen von Stein nahmen die Körner der Cerealien im Mittel reichlich 50 Prc. Feuchtigkeit in 48 Stunden

auf, die Hülsenfrüchte 80 bis 90 Prc. und die Samen verschiedener Rübensorten 70 bis 80 Prc.

Die ersten Keime der jungen Pflanze finden ihre Nahrung in dem Samen selbst und erst mit dem Entfalten der Blätter, mit der Ausbildung der feinen faserigen Saugwurzel treten die in der Luft und in dem Erdboden enthaltenen eigenthümlichen Nahrungsstoffe in die Pflanze ein und nehmen thätigen Antheil an der Gestaltung und Erzeugung der vegetabilisch-organischen Masse. Verfolgen wir das Leben der Pflanze von seinem ersten Erwachen an, so sehen wir zunächst das Samenkorn aufquellen, sein Volumen bedeutend vergrößern, indem die Feuchtigkeit von Außen her seine ganze Masse durchdringt. Zugleich mit der Feuchtigkeit tritt die in demselben aufgelöste atmosphärische Luft und also auch deren wichtigster Bestandtheil, der Sauerstoff, mit der Substanz des Samens in Wechselwirkung. Die erste Thätigkeit, die in dem Samen statt hat, ist eine rein chemische; der atmosphärische Sauerstoff, unterstützt durch das Auflösungsbestreben des Wassers, wirkt zunächst auf die stickstoffhaltigen, als die am leichtesten der Zersetzung unterworfenen Bestandtheile, nämlich auf den sogenannten Kleber in den Körnern der Cerealien ein; dieser wird, unter Aufnahme von Sauerstoff in eine in Wasser auflösliche Substanz übergeführt, welche den Namen der Diastase erhalten hat, zuerst um den Keim des Samens erzeugt wird und von hier aus nach und nach das ganze Samenkorn durchdringt. Diese neu entstandene Substanz, die Diastase, hat, gleichfalls unter Mitwirkung des Wassers, die Fähigkeit, die im Samenkorne befindliche in Wasser unlösliche Stärke in Zucker umzuwandeln. Gleichzeitig mit der Bildung der Diastase und demnächst des Zuckers beginnt auch die Entwicklung des Keimes. Es erzeugen sich die ersten Zellen, indem die Stärke oder der Zucker eine neue Umwandlung, in Holzfaser, erleidet, welche die Wände der Pflanzenzellen bildet, eine Substanz, deren chemische Zusammensetzung derjenigen der Stärke und des Zuckers sehr ähnlich ist; indem nun weiter Zelle an Zelle sich legt, entfalten die Keime sich immer mehr, bis die junge Pflanze sich so weit ausgebildet hat, daß sie als ein selbstständiges Individuum auftritt und von Außen her Nahrungsstoffe in sich aufzunehmen und zu verarbeiten anfängt. Von dem ersten Anfange der Entwicklung des Keimes an, mit dem Eintreten der ersten chemischen Veränderung der Bestandtheile des Samens, bemerkt man die Entwicklung einer Luftart, nämlich des Kohlensäuregases, während zugleich, wie bei jedem chemischen Prozesse, die Temperatur der nächsten Umgebung erhöht, also Wärme frei wird. Der während des Keimens stattfindende chemische Prozeß besteht jedoch keineswegs in einer einfachen Oxydation des Kohlenstoffes der Stärke oder des Zuckers, denn das Produkt dieser Ein-

wirkung, nämlich die Holzfaser, enthält den Prozenten nach ebensoviel oder mehr Kohlenstoff als jene Körper, aus welchen sie gebildet wurde; woraus nothwendig hervorgeht, daß aus der Stärke außer einem Theile des Kohlenstoffes zu gleicher Zeit auch eine bestimmte Menge ihrer beiden anderen Bestandtheile, nämlich des Wasserstoffes und des Sauerstoffes aus dem Samenkorn austritt. Ohne Zweifel wirkt hier der atmosphärische Sauerstoff zunächst auf den Wasserstoff der Stärke ein, als auf einen Körper, mit welchem sich zu vereinigen und Wasser zu bilden der Sauerstoff ein besonders großes Bestreben hat, während in Folge dieser Wasserausscheidung der Kohlenstoff und Sauerstoff der zersetzten Stärke ebenfalls in einen freieren Zustand übergeführt werden und die Fähigkeit erlangen, zu einer neuen Verbindung, der Kohlensäure, zusammenzutreten.

Es ist bekannt, daß bei der Darstellung des Malzes, also während des Keimens der Gerste, ein Verlust an fester Substanz stattfindet, indem das Gewicht der gekeimten Gerste niedriger ist, als das der ungekeimten, wenn beide auf den wasserfreien Zustand zurückgeführt sind. Dieser Gewichtsverlust steht zu der Entwicklung von Kohlensäure aus dem Samenkorne und mit der gleichzeitigen Ausscheidung von Wasserstoff und Sauerstoff in der Form von Wasser in directer Beziehung. Die Größe des Gewichtsverlustes ist nach der Art des Samens und nach dem mehr oder weniger vorgeschrittenen Verlaufe des Keimungsprozesses verschieden. Boussingault fand, daß die Erbsen während 26 Tagen an wasserfreier fester Substanz bis 52 Proc. dem Gewichte nach verloren, der Weizen während 51 Tagen sogar 57 Proc. Schleiden bemerkte ebenfalls, daß das Gewicht der jungen Keimpflanzen im lufttrocknen Zustande bedeutend geringer war, als das der ungekeimten Samenkörner selbst. Dieser Verlust betrug nämlich im Januar bei dem Keimen von Pferdebohnen, nach 16 Tagen 29 Proc., bei den Erbsen in 18 Tagen 24 Proc., bei dem Weizen in 18 Tagen 23 Proc., bei dem Roggen in 12 Tagen 15 Proc., bei der Gerste im August nach 7 Tagen schon 68 Proc., bei den Wicken im Mai nach 18 Tagen 17 Proc.

Die Menge des Sauerstoffgases, welche die Samenkörner während des Keimens absorbiren, oder die Menge der Kohlensäure, welche sie entwickeln, ist nach Saussure's Untersuchungen verschieden, nach dem Gewichte sowohl als nach der Art der Samenkörner. Die Quantität des verzehrten Sauerstoffgases betrug bei türkischen Bohnen, Bufbohnen und dem Lattich ungefähr $\frac{1}{100}$ ihres Gewichtes; bei Weizen, Gerste und Portulak dagegen nur $\frac{1}{1000}$ bis $\frac{1}{500}$ ihres Gewichtes. Die Sauerstoffmenge, welche Samen einerlei Pflanzengattung zum Keimen brauchen, ist, bei übrigens gleichen Umständen, ihrem Gewichte und nicht ihrer Zahl proportional; 4 große Bufbohnen verbrauch-

ten während des Keimens ebenso viel Sauerstoffgas als 23 kleine Bufbohnen, welche zusammen ein gleiches Gewicht mit jenen 4 größeren hatten. Ein großes Samenkorn erfordert daher mehr Sauerstoffgas, als ein kleineres derselben Gattung: letzteres kann in einer größeren Tiefe der Erde keimen, als jenes. Wenn die Erfahrung lehrt, daß sich große Samen in einer Tiefe entwickeln, in der kleine Körner umkommen, so liegt der Grund hiervon nicht darin, daß die letzteren nicht keimen, sondern darin, daß ihre weit schwächeren Blattfederchen die sie bedeckende Erde nicht in die Höhe heben können.

Saussure nahm an, daß während des Keimens aus dem Samenkorne nur Kohlenstoff und die Bestandtheile des Wassers austreten und hierdurch der beobachtete Gewichtsverlust in den Samenkörnern zu erklären sei. Es ist jedoch sehr unwahrscheinlich, daß der Prozeß ein so einfacher sei. Wenn auch beim ersten Beginn des Keimens eine so einfache Wechselwirkung zwischen der atmosphärischen Luft und den Bestandtheilen des Samenkornes stattfindet, so muß doch nothwendig im weiteren Verlaufe des Keimprozesses eine complicirtere chemische Thätigkeit die Umbildung der Stoffe bewirken, sobald die Würzelchen und das Blattfederchen sich entwickeln und diese nun ebenfalls aus dem Erdboden oder der umgebenden Luft Nahrungsstoffe aufnehmen und verarbeiten. Becquerel wies nach, daß während des Keimens eine organische Säure sich bilde, welche er für Essigsäure hielt, nach Anderen dagegen Milchsäure ist. Auch fand Saussure selbst später, daß bei dem Keimen im abgeschlossenen Raume gewisse Samen das Luftvolumen verminderten, andere dagegen merklich vergrößerten, welches nicht der Fall sein könnte, wenn eine der absorbirten Sauerstoffmenge genau entsprechende Quantität Kohlensäuregas der Luft zurückgegeben würde. Boussingault zeigte durch die Elementaranalyse der ungekeimten und der gekeimten Samenkörner, daß aus den Bestandtheilen des Samens während des Keimens Wasserstoff und Sauerstoff in der Form von Wasser austreten, und daß außerdem noch so viel Sauerstoff verschwindet, daß der gleichfalls ausgeschiedene Kohlenstoff mit demselben Kohlenoxydgas hätte bilden können. Beobachtungen über das Keimen des Kleesamens (die Würzelchen erreichten eine Länge von $^1/_2$ bis 1 Centimeter) führten z. B. zu den folgenden Resultaten:

	Kohlenst.	Wasserst.	Sauerst.	Stickst.
Vor dem Keimen enthielten 2,405 Grm. Samen:	1,222	0,144	0,866	0,173
Nach dem Keimen 2,241 Grm. Samen:	1,154	0,141	0,767	0,179
Der Unterschied betrug also:	— 0,068	— 0,003	— 0,099	+ 0,006

Der ganze Verlust bei dem Keimen betrug 0,164 Grm., worin der Sauerstoff nicht allein in Verbindung mit Wasserstoff als Wasser, sondern

großentheils in Verbindung mit Kohlenstoff als Kohlenoxyd zu berechnen ist. Doch auch noch andere Verbindungen müssen gleichzeitig entstehen. Es erfordern 0,068 Kohlenstoff 0,089 Sauerstoff, um 0,157 Kohlenoxyd zu bilden. Die 0,003 Wasserstoff erfordern 0,024 Sauerstoff, um Wasser zu bilden; es müßten also, wenn die Ausscheidung sämmtlicher Bestandtheile in der Form von Kohlenoxyd und Wasser stattgefunden hätte, an Sauerstoff 0,113 Grm. ausgetreten sein, während die Analyse nur 0,099 Grm. nachgewiesen hat. Hieraus geht abermals hervor, daß die Ausscheidungen, welche während des Keimens stattfinden, selbst in der ersten Periode desselben, sich nicht auf einfache Verhältnisse zurückführen lassen. Wäre dieser Versuch mit Kleesamen während der ersten Periode des Keimens in einem verschlossenen Gefäße vorgenommen worden, so würde sich das Volumen der Luft vermehrt haben, indem 1 Volumen Kohlenoxydgas, welches aus dem Samen sich ausscheidet, mit 1/2 Volumen Sauerstoffgas 1 Volumen Kohlensäure liefert.

Einen ähnlichen Versuch stellte Boussingault mit dem Weizen an, indem er denselben gleichfalls nur bis zum Hervortreten der Würzelchen keimen ließ. Die Analyse ergab:

		Kohlenst.	Wasserst.	Sauerst.	Stickst.
Vor dem Keimen:	2,439 Grm.	— 1,137	0,141	1,077	0,084
Nach dem Keimen:	2,365 „	— 1,112	0,140	1,026	0,088
Unterschied:	— 0,074 Grm.	— 0,025	— 0,001	— 0,051	+ 0,004

Es liefern 0,025 Grm. Kohlenstoff mit 0,033 Grm. Sauerstoff 0,058 Grm. Kohlenoxydgas; es bleiben also noch 0,018 Sauerstoff übrig. 0,001 Wasserstoff erfordern, um Wasser zu bilden, 0,008 Sauerstoff; folglich ist hier nach Abzug des zur Bildung von Kohlenoxydgas und Wasser verwendeten Sauerstoffes noch ein Ueberschuß von 0,010, während bei dem Versuche mit Kleesamen im Gegentheil zu wenig Sauerstoff vorhanden war.

Wurde die Periode des Keimens künstlich verlängert, so erfolgte fortwährend ein Gewichtsverlust, aber die einzelnen Bestandtheile in ihrer Ausscheidung ließen sich dann noch weniger als Kohlenoxyd und Wasser berechnen. Erbsen wurden in ein dunkles Zimmer gelegt, in dem die Temperatur stets zwischen 12° und 17° war; der Versuch dauerte vom 5. Mai bis zum 1. Juli, also 56 Tage. Die Analyse ergab:

		Kohlenst.	Wasserst.	Sauerst.	Stickst.
Vor dem Keimen:	2,237 Grm.	— 1,040	0,137	0,897	0,094
Nach dem Keimen:	1,075 „	— 0,472	0,065	0,397	0,072
Unterschied:	— 1,162 Grm.	— 0,568	— 0,072	— 0,500	— 0,022

Bis zu dieser letzten Gränze des Keimungsprozesses hatten die Erbsen einen Verlust von ungefähr 52 Proc. erlitten, welcher sich auf jeden einzelnen

Bestandtheil erstreckt und sich als Wasser, Ammoniak und reine Kohle herausstellt. Denn die Rechnung ergiebt, daß gehören:

zu 0,500 Sauerstoff 0,063 Wasserstoff, um Wasser zu bilden;
zu 0,022 Stickstoff 0,005 Wasserstoff, um Ammoniak zu bilden;
im Ganzen also 0,068 Wasserstoff;

dieses berechnete Quantum stimmt mit dem in der Analyse gefundenen bis auf 1 Milligr. überein.

Weizenkörner wurden am 5. Mai in ein dunkles Zimmer gestellt und der Versuch am 25. Juni, also nach 51 Tagen beendigt.

		Kohlenst.	Wasserst.	Sauerst.	Stickst.
Vor dem Keimen:	1,665 Grm.	0,757	0,095	0,718	0,057
Nach dem Keimen:	0,713 ,,	0,289	0,043	0,286	
Unterschied:	— 0,952 Grm.	— 0,468	— 0,052	— 0,432	

Bei dem 51 Tage lang fortgesetzten Keimen hatte der Weizen 57 Proc. verloren; der Verlust läßt sich fast genau als Wasser und Kohlenstoff ausdrücken. Der Stickstoff wurde in den gekeimten Körnern nicht bestimmt, wahrscheinlich hat auch hier ein geringer Verlust stattgefunden.

Diese zuletzt angeführten Versuche können uns keine Aufklärung über den wirklichen Verlauf des Keimprozesses unter normalen Verhältnissen liefern; dagegen würden die Analysen der Samenkörner in den verschiedenen Perioden des Keimens ohne Ausschluß des Lichtes, interessante Aufschlüsse geben über die chemischen Veränderungen, welche die Bestandtheile der Samenkörner bei dem Keimen der letzteren erleiden. Schleiden hat eine Analyse von jungen Wickenpflanzen mitgetheilt, nach welcher gegen das Ende der Periode des Keimens schon sehr beträchtliche Mengen unorganischer Stoffe aus dem Boden aufgenommen werden. Nach 18tägiger Keimung hatten die jungen Pflanzen im völlig trockenen Zustande folgende Zusammensetzung:

Es enthielten	Organ. Subst.	Unorg. Subst.	Summe.
1000 reife Samenkörner	44,40	1,58	45,98
1000 junge Pflanzen	32,60	2,33	34,93

Der Verlust an organischer Substanz betrug also 25 Proc., die Zunahme an unorganischer Substanz dagegen 47 Proc. Der Verlust an organischer Substanz ergab für den Kohlenstoff 30 Proc., für den Wasserstoff 32, für den Stickstoff 6 Proc. und für den Sauerstoff 37 Proc. Berechnet man den ganzen Verlust an Kohlenstoff als der Stärke angehörig, so bleibt noch ein Rest von verlorenem Wasserstoff, der von zersetzter Stärke nicht gedeckt wird. Hieraus und aus dem entschiedenen Verluste an Stickstoff, läßt sich mit Sicherheit schließen, daß beim Keimen auch ein Theil der stickstoffhaltigen

Substanz zersetzt wird. Uebrigens lassen sich die Quantitäten der beim Keimen ausgeschiedenen Elementarstoffe durch keine Rechnung auf die Zusammensetzung der bekannten Pflanzenstoffe zurückführen, z. B. auf Stärke und Eiweißstoff, oder auf Stärke und Käsestoff (Legumin), selbst dann nicht, wenn man noch ein fettes Oel und selbst eine Säure mit in Rechnung zieht, woraus hervorgeht, daß überall der Zersetzungsprozeß beim Keimen keineswegs so einfach ist, als man sich denselben gewöhnlich vorstellt (Schleiden).

In den ölgebenden Samenkörnern vertritt, wie es scheint, das Oel theilweise die hier fehlende Stärke; bei dem Keimen dieser Samenkörner verändert sich die Menge des Oeles, während gleichzeitig der Zuckergehalt zunimmt. Hellriegel hat mit dem Samen von Winterraps Keimversuche angestellt und in 5 verschiedenen Perioden des Keimens die näheren und entfernteren Bestandtheile der Samenkörner durch die chemische Analyse ermittelt. Die Keimversuche wurden mit dem Zeitpunkte geschlossen, wo die Cotyledonen die Samenschale abwerfen, grün werden und somit ihre Funktionen als Blätter beginnen.

	Ungekeimte	Gekeimte Samen.				
	Samen.	1. Per.	2. Per.	3. Per.	4. Per.	5. Per.
Fettes Oel	47,09	47,76	43,77	41,00	38,66	36,22
Zucker, Bitterstoff und organische Säure	7,69	8,68	10,52	12,36	13,67	15,41
Synaptas, Pektin	3,53	4,05	5,78	4,21	5,88	5,72
Pektose	12,64	12,90	11,39	12,07	11,82	11,28
Eiweiß und Legumin	5,22	2,56	2,58	1,77	1,78	1,61
Unlöslicher Proteïnstoff	12,91	14,16	12,17	14,54	14,60	14,72
Pflanzenfaser	7,22	7,30	7,82	7,83	7,16	7,98
Asche	3,70	3,72	3,60	3,68	3,59	3,68
	100,00	101,15	97,63	97,46	97,16	96,82
Zu- und Abnahme des Gesammtgewichtes		+ 1,15	— 2,37	— 2,54	— 2,84	— 3,18
Kohlenstoff	58,39	58,26	56,45	55,92	54,89	54,08
Wasserstoff	8,53	8,49	8,22	8,16	8,07	7,96
Sauerstoff	25,73	27,08	25,63	26,02	26,88	27,49
Stickstoff	3,65	3,62	3,63	3,66	3,62	3,59
Asche	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70
	100,00	101,15	97,63	97,46	97,16	96,82
Kohlenstoff war ausgeschieden		0,13	1,94	2,37	3,50	4,31
Wasserstoff war ausgeschieden		0,04	0,31	0,37	0,46	0,43
Sauerstoff war aufgenommen		1,35	— 0,10	0,29	1,15	1,76

Alles scheint darauf hinzuweisen, daß der Same im Anfang des Keimprozesses eine einfache Oxydation erleidet und daß erst mit dem Zeitpunkt, wo das Würzelchen die Samenschale sprengt, die Zersetzung des fetten Oels beginnt. Die chemischen Prozesse, welche beim Keimen im Innern des Samens eintreten, sind nach Hellriegel folgende: Das von Außen eindringende Wasser löst das Eiweiß und die übrigen löslichen Bestandtheile des Samens auf; das Eiweiß zersetzt sich und zwar wahrscheinlich so, daß es sich zum Theil in eine unlösliche Modifikation umwandelt, zum Theil mit dem Oele in Verbindung tritt. Dadurch bedingt tritt eine starke Oxydation des fetten Oeles ein, während der vorhandene Zucker in Cellulose sich umbildet und zum Aufbau der neuen Zellen des Würzelchens verwendet wird. Das Würzelchen sprengt die Samenschale und damit beginnt eine ganz stetige und gleichförmige Zersetzung des Oeles. Dasselbe giebt auf der einen Seite fortwährend einen Theil seines Kohlen- und Wasserstoffes als Kohlensäure und Wasser ab, auf der anderen Seite nimmt es immer eine Quantität Sauerstoff in seine Verbindung auf. Beide Thätigkeiten vereinigen sich, es in einen sauerstoffreicheren Körper überzuführen, und zwar dürfte dies ein Bitterstoff sein, aus welchem dann wieder durch Spaltung neuer Zucker entstehen könnte. Die Pektose scheint zu einem kleinen Theile löslich zu werden. Stickstoff scheint während des Keimens nicht zu entweichen und die Gesammtmenge der organischen Stickstoffverbindungen vermindert sich nur unbedeutend.

Die Samen vieler der gewöhnlichen ökonomischen Pflanzen bestehen zum größeren Theile aus zwei eigenthümlichen organischen Stoffen, die unter dem Namen von Stärke und Kleber bekannt sind und von denen die erstere stickstofffrei, der letztere aber stickstoffhaltig ist; die procentische Zusammensetzung dieser Körper ist die folgende:

	Stärke	Kleber	Stärkezucker
Kohlenstoff	44,44	53,6	40,00
Wasserstoff	6,12	7,1	6,66
Sauerstoff	49,44	23,6	53,34
Stickstoff	—	15,7	—
	100,00	100,0	100,00

Aus der Stärke entsteht bei dem Keimen Zucker und Holzfaser; die reine Holzfaser oder Cellulose hat dieselbe procentische Zusammensetzung, wie die Stärke. Ein Theil des Klebers verwandelt sich in Diastase. Die Diastase ist noch nicht hinlänglich rein dargestellt worden, und deren Elementar-Zusammensetzung deshalb nicht mit Genauigkeit bekannt; dieselbe ist jedoch wahrscheinlich derjenigen des Klebers ähnlich. In den genannten stickstoff-

freien Substanzen, welche die Hauptbestandtheile aller Pflanzen und aller Pflanzentheile bilden, ist das Verhältniß des Sauerstoffes zum Wasserstoffe dasselbe, wie im Wasser, und jene Stoffe können daher betrachtet werden als bestehend aus Kohle und Wasser und zwar in den folgenden Verhältnissen:

Stärke	= 44,44 Kohlenstoff	+ 55,54	Wasser
Stärkezucker	= 44,44 „	+ 67,28	„
Holzfaser	= 44,44 „	+ 55,54	„

Bei gleichem Kohlenstoffgehalt enthält also die Stärke weniger Wasser als der Stärkezucker, während bei gleichem Wassergehalte dieses Verhältniß hinsichtlich des Kohlenstoffes das umgekehrte ist.

Bei dem Keimen des Samenkornes entweicht Kohlensäure und es scheidet sich Wasser aus, also ganz dieselben Produkte erzeugen sich hier, wie sie bei den Prozessen der Gährung, Fäulniß und Verwesung auftreten, mit welchen der Keimprozeß manches Analoge darbietet, nur daß hier die eigenthümliche Organisation des Samens den neu gebildeten Stoffen eine andere Form giebt. Bei dem Gährungsprozesse scheiden sich aus dem Malzextrakte die stickstoffhaltigen Substanzen nebst einem kleinen Theile der in Zucker und Cellulose umgewandelten Stärke als Hefe aus, welche unter dem Mikroskop betrachtet, deutlich als ein bestimmter Organismus, als ein aus lauter neben einander liegenden Zellen bestehendes Gewächs zu erkennen ist, durch die chemische Analyse aber in die zwei wichtigsten Bestandtheile aller Pflanzen zerlegt werden kann, in Holzfaser nämlich, welche die dünnen Wände der Hefenzellen bildet, und in eine mit dem stickstoffhaltigen vegetabilischen Eiweiß völlig übereinstimmende Substanz, welche in dem wässerigen Inhalte jener Zellen sich aufgelöst vorfindet. Die Zellen, welche die ersten Keime der jungen Pflanze zusammensetzen, können auch gleichsam als solche Hefenzellen betrachtet werden, welche nach bestimmten Gesetzen sich aneinander legen, allmälig die Form von Wurzeln und Blättern annehmen, deren Inhalt aber nicht, wie bei der Gährung, die Zerlegung des Zuckers in Kohlensäure und Alkohol veranlaßt; sondern, während ein Theil des Zuckers in Kohlensäure und Wasser zersetzt wird, den anderen Theil in Holzfaser, in das Material umwandelt, aus welchem immer neue Pflanzenzellen sich erzeugen.

b. Erscheinungen und Prozesse bei dem Wachsthum der Pflanze.

Die organische Masse aller Pflanzengebilde besteht fast ausschließlich aus den 4 einfachen Körpern des Kohlenstoffes, Sauerstoffes, Wasserstoffes und Stickstoffes. Die Nahrungsmittel, welche diese 4 Elemente enthalten und allenthalben in der Natur, wo Licht und Wärme der Entwicklung der Vegetation günstig sind, der Pflanze sich darbieten, sind die drei chemischen Verbindungen, welche wir unter dem Namen von Kohlensäure, Wasser

und Ammoniak kennen. Der Humus ist kein direktes Nahrungsmittel d[er] Pflanze, sondern liefert der Pflanze nur Nahrung, indem er fortwährend [ze]rsetzt und zuletzt in Kohlensäure, Wasser und Ammoniak, die drei einzig wahren Ernährer des Gewächsreiches, aufgelöst wird. Wir wollen hier d[ie] Art und Weise, wie die genannten Nahrungsstoffe zur Vermehrung der veg[e]tabilischen Masse beitragen, bei jedem einzeln betrachten, obgleich in der Na[]tur selbst keiner der im Folgenden zu erwähnenden Prozesse für sich all[ein] auftritt; die Entwicklung der Pflanze ist die Folge der Zusammenwirku[ng] aller Bedingungen des Pflanzenlebens, die gleichzeitig vorhanden sind u[nd] in ihrer Wirksamkeit sich gegenseitig unterstützen.

1. Assimilation des Kohlenstoffes in der Pflanze.

Die Kohlensäure dringt als Bestandtheil der atmosphärischen Luft du[rch] die Blätter und den Stengel in die Pflanze ein, sie ist in dem Wasser aufg[e]löst, welches als Regen oder Thau auf die Gewächse niederfällt, sie ist aller[]halben in der aufgelockerten Ackerkrume zugegen, sie entwickelt sich fortwähre[nd] in derselben bei der Verwesung ihrer organischen Bestandtheile und wird m[it] der Feuchtigkeit von den Wurzeln aufgenommen und in alle Theile der Pflan[ze] übergeführt. Die Kohlensäure erleidet eine Zersetzung in der lebend[en] Pflanze, eine Zersetzung, welche nicht durch gewöhnliche chemische Proze[sse] ihre Erklärung findet, sondern unter dem Einflusse der Lebensthätigk[eit] erfolgt, deren Aeußerungen bedingt sind durch eine eigenthümliche Gestaltu[ng] der verschiedenen Organe der Pflanze, und durch die Gegenwart von Li[cht] und Wärme. Das Licht ist der eigentliche Erwecker der Lebensthätigkeit, i[n] der Dunkelheit ewiger Nacht kann keine Pflanze zu ihrer völligen Ausbildun[g] gelangen; bei der Erniedrigung der Temperatur bis zum Gefrierpunkte hör[t] gleichfalls das Pflanzenleben auf, weil mit dem Erstarren des Pflanzensaftes auch seine Umwandlung gehindert wird und weil durch die Ausdehnung, welche bei dem Gefrieren des Wassers stattfindet, die Gewebe der Pflanze mechanisch zerstört und zerrissen werden. Ein höherer Grad der Wärme aber unterstützt die Lebensthätigkeit, weil die Bewegung der Säfte bei höhern Temperatur beschleunigt und die Thätigkeit der chemischen Prozesse beför[]dert wird.

Die Kohlensäure ist eine chemische Verbindung von Kohlenstoff und Sauerstoff; sie wird in der Pflanze scheinbar auf die Weise zerlegt, daß der Kohlenstoff in der Pflanze zurückbleibt, mit anderen schon vorhandenen oder gleichzeitig aufgenommenen Bestandtheilen zu neuen organischen Gebilden sich verbindet, während der von dem Kohlenstoff getrennte Sauerstoff gasförmig entweicht, in die Atmosphäre hinaustritt und also den Gehalt derselben an

diesem Bestandtheile vermehrt. Die Zersetzung der Kohlensäure ist an die Gegenwart des Tageslichtes gebunden und findet um so schneller statt, je direkter und je länger die Sonnenstrahlen auf die Pflanze einwirken. Je länger die Tage sind, um so schneller entwickelt sich die Pflanze; aus diesem Grunde durchläuft das Pflanzenleben im hohen Norden unter dem fast ununterbrochenen Einfluß des Sonnenlichtes in 6 Wochen dieselben Perioden, welche in den südeuropäischen Ländern, wie in Italien, erst in 5—6 Monaten vollendet werden, weil hier der Unterschied zwischen Tag und Nacht im ganzen Jahre sich ziemlich gleich bleibt.

Die Ausscheidung des Sauerstoffes bemerkt man nur an den grünen Theilen der Pflanze, in den Blättern vorzugsweise, aber auch in den grünen Stengeln und in den Früchten, so lange diese eine grüne Farbe besitzen, also in ihrem unreifen Zustande. Die Blüthen, die Wurzeln und die der Reife sich nähernden Früchte haben jene Fähigkeit nicht; sie absorbiren im Gegentheil Sauerstoff aus der umgebenden Atmosphäre und scheinen diesen in Kohlensäure umzuändern. Jedoch ist jene grüne Farbe der Pflanzentheile, welche sie einem harzartigen grüngefärbten Stoffe, dem sogenannten Chlorophyll, verdanken, nicht allein hinreichend, die Zersetzung der Kohlensäure unter dem Einfluß des Sonnenlichtes zu bewirken; es ist die letztere nämlich auch durch die eigenthümliche Organisation jener Pflanzentheile bedingt, denn der in Rede stehende Zersetzungsprozeß hört sofort auf, wenn man die Blätter mechanisch zerreibt und dann mit kohlensäurehaltigem Wasser befeuchtet dem Sonnenlichte aussetzt; in diesem Fall tritt die gewöhnliche chemische Einwirkung von Materie auf Materie ein, und es bildet sich Kohlensäure aus dem Kohlenstoffe der organischen Substanz und dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft.

Die Zersetzung der Kohlensäure oder vielmehr die Ausscheidung des Sauerstoffgases durch die Pflanze unter dem Einfluß des Tageslichtes ist von de Saussure, Grischow, Knop, Unger und Andern durch zahlreiche direkte Versuche nachgewiesen worden, durch Versuche, welche diese Zersetzung sowohl in einem künstlichen Gemenge von atmosphärischer Luft mit größeren Mengen von Kohlensäuregas als auch in der gewöhnlichen Atmosphäre bestätigten, welche letztere im Mittel nur 4 Zehntausendtheile Kohlensäuregas enthält; in beiden Fällen verschwand nach und nach die Kohlensäure aus den Bestandtheilen der Atmosphäre und an ihre Stelle trat eine entsprechende Menge von Sauerstoffgas. Saussure ließ 7 Pflanzen von Sinngrün (Vinca minor) in einem Gemenge von atmosphärischer Luft mit 7,5 Prc. Kohlensäuregas 6 Tage lang vegetiren; jeden Tag war der Appa-

rat von 5 bis 11 Uhr der direkten Einwirkung der Sonnenstrahlen ausgesetzt. Die Analyse der Luft ergab:

		Stickstoff.	Sauerstoff.	Kohlensäure.
Vor dem Versuche —	5746 an	4199	1116	431 Cub.-Cent.
Nach dem Versuche —	5746 an	4338	1408	0 ,, ,,
Unterschied	0	+ 139	+ 292	— 431

Durch die Einwirkung der Pflanzen waren also 431 Cubik-Centimeter Kohlensäuregas verschwunden, dagegen 292 C. C. Sauerstoff neugebildet. Wäre nun der ganze Sauerstoff der aufgenommenen Kohlensäure frei geworden, so müßte das Volumen desselben dem der Kohlensäure gleich gewesen sein, also 431 C. C. betragen haben; da aber nur 292 C. C. wirklich ausgeschieden wurden, so muß man daraus, mit Boussingault, schließen, daß die fehlenden 139 C. C. von den Pflanzen zu ihrem Wachsthum mit verwendet wurden. Andere Versuche gaben ganz ähnliche Resultate: zwei Pflanzen der Wassermünze (Mentha aquatica) hatten sich in 10 Tagen um 1 Decimeter verlängert, 309 C. C. Kohlensäuregas absorbirt und dafür 224 C. C. Sauerstoffgas und 86 C. C. Stickstoffgas (zusammen also 310 C. C.) ausgehaucht. Eine Weiderichpflanze (Lythrum salicaria) zersetzte 149 C. C. Kohlensäuregas in 7 Tagen und gab dafür 121 C. C. Sauerstoff und 21 C. C. Stickstoff (zusammen 142 C. C.) der Atmosphäre zurück. Eine junge Kiefer (Pinus genevensis) absorbirte in 18 Tagen 306 C. C. Kohlensäure und lieferte dafür 246 C. C. Sauerstoff und 20 C. C. Stickstoff (zusammen 266 C. C.); eine Cactuspflanze (Cactus Opuntia) dagegen absorbirte in 8 Tagen 184 C. C. Kohlensäure und entwickelte 126 C. C. Sauerstoffgas und 57 C. C. Stickstoffgas (zusammen 183 C. C.). Ueberall in diesen Versuchen sieht man, daß an die Stelle des von der Pflanze zurückgehaltenen Sauerstoffgases eine dem Volumen desselben genau oder doch beinahe entsprechende Quantität Stickstoffgas der Atmosphäre zurückgegeben wurde. Man kann mit Boussingault, Knop und Unger annehmen, daß dieser Ueberschuß an Stickstoff von der Luft herrührt, welche in den Zwischenräumen der Pflanzen oder auch in dem Wasser enthalten war, mit welchem die Wurzeln in Berührung standen. Wenigstens würde man nicht gut eine andere Entstehungsart für denselben nachweisen können; so würde z. B. die Annahme, daß er aus den stickstoffhaltigen Bestandtheilen der Pflanze frei geworden sei, sehr unwahrscheinlich sein. Dies erhellt aus der folgenden Betrachtung. Saussure giebt das Gewicht der zum obigen Versuche verwendeten getrockneten Sinngrünpflanzen zu 2,7 Grm. an; zahlreiche anderweitige Untersuchungen machen es höchst wahrscheinlich, daß die Sinngrünpflanze im getrockneten Zustande auf keinen Fall mehr als

2,5 Proc. Stickstoff enthält; es wird also in 2,7 Grm. Pflanzensubstanz etwa 0,0675 Grm. Stickstoff gebunden gewesen sein, welche nach dem Volumen berechnet ungefähr 53 C. C. ausmachen. Bei dem ersten Versuch war aber der entwickelte Stickstoff = 139 C. C., also bei weitem größer, als er sein könnte, wenn auch die ganze Quantität des in der Pflanze enthaltenen Stickstoffes die Gasform angenommen hätte. Hierzu kommt noch, daß der Gesundheitszustand der Pflanzen am Ende des Versuches die Annahme nicht zuließ, daß eine Zersetzung sämmtlicher in den Pflanzen vorhandener stickstoffhaltiger Substanzen erfolgt sei. Die Richtigkeit der im Vorhergehenden ausgesprochenen Ansicht über den Ursprung des von der Pflanze ausgehauchten Stickstoffes ist von Unger und Redtenbacher durch einen direkten Versuch bestätigt worden. Es ergiebt sich also, daß der von der Pflanze ausgeschiedene Stickstoff durch Sauerstoff ersetzt worden ist und man könnte daher vermuthen, daß der entwickelte Sauerstoff dem Volumen nach der zersetzten Kohlensäure entspricht. Indessen ist doch höchst wahrscheinlich, daß ein größerer oder geringerer Theil Sauerstoff aus der Kohlensäure zurückgehalten wird und an der Stoffbildung in der Pflanze Antheil nimmt, weil in den obigen Versuchen sehr bald gleichsam ein Gleichgewicht zwischen der äußeren Atmosphäre und dem Innern der Pflanze hätte eintreten müssen, in der Art, daß nach dieser Zeit dann die Menge des ausgeschiedenen Sauerstoffgases genau dem Volumen des absorbirten Kohlensäuregases hätte entsprechen müssen, wie es aber keineswegs der Fall war. Auch ist es klar, daß die Menge des zurückgehaltenen Sauerstoffgases viel zu groß ist, als daß man hier an eine mechanische Absorption und Auflösung in dem Pflanzensafte denken könnte. Das Volumen der 7 Sinngrünpflanzen, welche zu dem zuerst erwähnten Versuche verwendet wurden, betrug nur 10 C. C., während die Menge des aus der Kohlensäure durch eben dieselben Pflanzen zurückgehaltenen Sauerstoffes ein Volumen von 139 C. C. repräsentirte, also 14 Mal mehr betrug.

Die zahlreichen, in neuerer Zeit von Unger und namentlich von Knop angestellten Beobachtungen beweisen, daß alle mit Spaltöffnungen versehenen Pflanzen, also alle höher organisirten Landpflanzen in ihren über der Erde befindlichen Organen eine Luft enthalten, welche hinsichtlich der Sauerstoff- und Stickstoffmenge genau die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft hat oder auch etwas ärmer an Sauerstoff ist. Die in den Wurzeln befindliche Luft ist immer bedeutend sauerstoffärmer als die äußere atmosphärische Luft; es findet daher eine deutliche Absorption von Sauerstoff im Innern der Pflanze statt. Kohlensäure, welche durch die Wurzeln in der Pflanze aufsteigt, läßt sich darin deutlich nachweisen; sie vermehrt aber

keineswegs den Sauerstoffgehalt in der Luft der Luftgänge. Sogar im hellsten Sonnenlichte, in dem die Blätter oft durchscheinend sind, wird die Kohlensäure nur in der äußersten grünen Schicht zersetzt und nur die Atmosphäre außen wird dadurch sauerstoffreicher. Die Pflanzen ohne Spaltöffnungen, wie manche Wasserpflanzen, enthalten dagegen eine Luft, welche nach der Einwirkung des Sonnenlichtes sauerstoffreicher ist als die Luft der Umgebung; diese Pflanzen führen den Sauerstoff von Außen nach Innen, die gewöhnlichen Landpflanzen aber von Innen nach Außen.

Wie groß die Quantität des durch die Vegetation der Atmosphäre jährlich zugeführten Sauerstoffes ist, davon kann man einigermaßen sich eine Vorstellung machen, wenn man bedenkt, eine wie ungeheure Quantität Kohlenstoff jährlich zur Entwicklung der vegetabilischen Substanz verwendet wird und daß mit diesem Kohlenstoff jener der Atmosphäre zurückgelieferte Sauerstoff in einem bestimmten Verhältniß stehen muß. Ich habe vorher die Zusammensetzung der, bei weitem den Haupttheil der ganzen Pflanze bildenden Stoffe, der Holzfaser nämlich, der Stärke und des Zuckers, mitgetheilt und angegeben, daß man diese Körper als bestehend aus Kohle und Wasser ansehen kann. Wenn nun also Kohlensäure und Wasser von der Pflanze als Nahrungsmittel aufgenommen und zu Holzfaser &c. verarbeitet werden, so muß nothwendig eine dem Gehalt der Kohlensäure entsprechende Sauerstoffmenge von der Pflanze ausgehaucht werden. Durch oben ausgeführte Rechnungen haben wir gefunden, daß durch die Vegetation jährlich ungefähr 27 Billionen Kil. Kohlenstoff gebunden werden, welche ausschließlich aus der Kohlensäure herstammen. Jenen 27 Billionen Kil. Kohlenstoff entsprechen aber 72 Billionen Kil. Sauerstoff, welche in die Atmosphäre gasförmig entweichen müssen. Wir haben ferner gesehen, daß die Menge Kohlenstoff, welche jährlich durch die Prozesse der Respiration, der Verbrennung und Verwesung wiederum in Kohlensäure umgewandelt wird, auf nur etwa 14 Billionen Kil. veranschlagt werden kann, wozu reichlich 37 Billionen Kil. Sauerstoffgas erforderlich sind. Es ergiebt sich also eine Differenz zwischen der Ausscheidung und der Absorption von atmosphärischem Sauerstoffgas. Der Zuschuß, welchen die Atmosphäre jährlich an Sauerstoff durch die Vegetation erhält, ist ungleich größer als der Verlust, welchen sie durch die genannten Prozesse erleidet; denn außer der durch die letzteren erzeugten Kohlensäure haben wir noch eine Quelle der Kohlensäure in Rechnung zu bringen, welche wahrscheinlich wenigstens ebenso bedeutend ist, als alle jene andern zusammengenommen. Ich meine nämlich die Kohlensäure, welche jährlich in so ungeheurer Quantität an nicht wenigen Stellen der Erdoberfläche aus dem Innern oder den tieferen Schichten des Erdkörpers in die At-



mosphäre hinausströmt. Auch diese Kohlensäure wird von den Pflanzen zersetzt, denn im Ganzen scheint der Kohlensäuregehalt der Luft sich fast gar nicht zu ändern. Es müßte daher der Sauerstoffgehalt der Atmosphäre fortwährend zunehmen, freilich um eine Größe, die vielleicht erst nach Hunderten und Tausenden von Jahren durch die uns zu Gebote stehenden unvollkommnen Mittel gemessen werden könnte. Dennoch wäre eine solche fortdauernde Zunahme des Sauerstoffgehaltes der Atmosphäre durchaus unnatürlich, der Weisheit widersprechend, mit welcher die ganze Natur eingerichtet und zum Bestehen für ewige Zeiten geordnet worden ist. Es muß vielmehr in der Natur außer den bereits genannten noch ein Prozeß vorhanden sein, welcher uns Rechenschaft giebt von dem Bleiben des jährlichen Ueberschusses von Sauerstoffgas und durch welchen das die ganze Schöpfung erhaltende Gleichgewicht in den Bestandtheilen der Atmosphäre wieder hergestellt wird. Dieser Prozeß ist gegeben durch die Verwitterung der Gesteine, durch die Sauerstoffabsorption oder die Oxydation der unorganischen Natur, der Mineralwelt. Der Sauerstoff, welcher auf diese Weise fortwährend aus der Luft verschwindet und in den gebundenen Zustand übergeführt wird, muß in der That sehr beträchtlich sein und es müßte in Folge dieses Prozesses in nicht sehr langer Zeit eine merkliche Verminderung des Sauerstoffgehaltes der uns umgebenden Luft eintreten, wenn nicht eben zu allen Zeiten der Erdgeschichte tief aus dem Innern der Erde fortwährend Kohlensäure hervorströmte, welche nach ihrer Zersetzung im Pflanzenreiche, das gestörte Gleichgewicht wieder herstellt. Die folgenden von Bischof angestellten Betrachtungen und Berechnungen zeigen die so eben angedeuteten Verhältnisse noch deutlicher.

Die etwa 1000 Billionen Kil. Kohlenstoff, welche in der Kohlensäure der Atmosphäre enthalten sind, würden, wenn man sie sich über die ganze Erde verbreitet denkt, eine Schicht von kaum einer Linie Mächtigkeit bilden; es war ein Irrthum, wenn Liebig früher behauptete, daß jene 1000 Billionen Kil. Kohlenstoff mehr betragen sollten, als das Gewicht aller Pflanzen, der Stein- und Braunkohlenlager auf dem ganzen Erdkörper zusammengenommen. Selbst wenn man sich denkt, daß die 21 Proc. Sauerstoffgas, welche unsere heutige Atmosphäre enthält, von zersetzter Kohlensäure herrühren, so würde der dadurch abgeschiedene Kohlenstoff doch nur eine um die ganze Erdoberfläche in Gedanken gezogene Schicht von 2¹/₃ Fuß Mächtigkeit bilden. Aber selbst diese Menge Kohlenstoff, welche 309 Mal so viel betragen würde als jene in der Atmosphäre durchschnittlich vorhandene Quantität, möchte noch keineswegs als ein Aequivalent für allen Kohlenstoff auf und in der Erde betrachtet werden können. Denn wenn man nach einem sehr mäßigen

Anschlage annimmt, daß der in den sedimentären Formationen als Bitumen und als schwarz färbender Bestandtheil enthaltene Kohlenstoff nur $^1/_{10}$ Proc. betrage, und daß die Mächtigkeit aller dieser Formationen von der Grauwacke bis zu den tertiären Bildungen einschließlich, 2 Meilen ausmache, so würde dies in Gedanken eine um die ganze Erdoberfläche gezogene Kohlenstoffschicht von 46 Fuß Mächtigkeit, mithin 6200 Mal so viel geben, als in der Atmosphäre gegenwärtig vorhanden ist. In diese Rechnung ist nicht einmal der Kohlenstoff im organischen Reiche und in den Steinkohlen- und Braunkohlenlagern eingeschlossen. Wenn man daher allen Kohlenstoff auf und in der Erde von atmosphärischer Kohlensäure herleiten und nach den herrschenden Ansichten annehmen will, daß die Pflanzen diesen Kohlenstoff abgeschieden haben, so führt dies zu der unwiderleglichen Annahme, daß das vor dem Erwachen des Pflanzenreiches in der Atmosphäre vorhanden gewesene Kohlensäuregas, dem Volumen nach, wenigstens 20 Mal so viel betragen haben müsse, als das gegenwärtig in ihr befindliche Sauerstoffgas. Die Frage, wohin die große Menge Sauerstoff, welche durch die vorausgesetzte Zerlegung jener ursprünglichen Kohlensäure ausgeschieden worden, gekommen sei, läßt sich dahin beantworten, daß es einen bis jetzt unbeachtet gebliebenen, großartigen Oxydations-Prozeß auf Erden giebt, der nothwendig noch größere Quantitäten Sauerstoff verschlungen haben muß. Dieser Prozeß ist die Oxydation des in den krystallinischen Gesteinen so sehr verbreiteten Eisenoxyduls. Ein Basaltgebirge, welches etwa 12 Proc. Eisenoxydul enthält, wenn es eine um die ganze Erde gezogene Schicht von 191 Fuß Mächtigkeit bildete, würde allein schon hinreichen, durch seine allmälige Verwitterung und durch den Uebergang des Eisenoxyduls in Eisenoxyd die ganze Menge des in der Atmosphäre enthaltenen Sauerstoffgases zu absorbiren. Stammt das Eisenoxyd in der Grauwacken-Formation von zersetzten krystallinischen Gesteinen her, war es darin als Eisenoxydul enthalten, so forderte dieser Oxydationsprozeß 73 Mal so viel Sauerstoff, als die dermalige Atmosphäre enthält. Nimmt man durchschnittlich für die sämmtlichen übrigen sedimentären Formationen denselben Eisengehalt und dieselbe Mächtigkeit an, wie sie die Grauwacken-Formation besitzt, so kommen wir zum 146fachen Volumen des heutigen Sauerstoffgases. Da jener Oxydationsprozeß des Eisenoxyduls in den krystallinischen Gesteinen unter unseren Augen noch fortschreitet und so lange fortschreiten wird, als es noch Eisenoxydul-Silicate geben wird, so ist klar, daß in Folge dieses Prozesses eine fortdauernde Abnahme des atmosphärischen Sauerstoffes stattfinden muß. Hierzu kommt noch, daß bei der Verwitterung der Gesteine außer dem Sauerstoff noch eine sehr bedeutende Menge Kohlensäure absorbirt, durch die aus den Fesseln der Kieselsäure frei-

gewordnen Mineralbasen (namentlich durch den Kalk und das Kali) gebunden und also der Zersetzung durch die Pflanze entzogen wird. Uebersieht man die Wirkungen des Verwitterungsprozesses in ihrem ganzen Umfange, so ergiebt sich hieraus und aus der wahrscheinlich richtigen Annahme, daß der Sauerstoffgehalt der Atmosphäre im Wesentlichen sich nicht verändert, daß auf Erden eine Quelle vorhanden sein muß, aus welcher ununterbrochen der verschwundene Sauerstoff wieder ersetzt wird. Es ist die Entwickelung unermeßlicher Quantitäten von Kohlensäure an vielen Stellen unserer Erde aus den tieferen Regionen derselben. Diese in die Atmosphäre strömende Kohlensäure wird durch die Pflanzen zersetzt und der ausgeschiedene Sauerstoff tritt in den Luftkreis.

Die Nothwendigkeit der Sauerstoffausscheidung aus der Pflanze ergiebt sich sehr einfach und deutlich aus der folgenden von Schleiden ausgeführten Berechnung. 100 Theile der ausgebildeten Wickenpflanze mit reifen Früchten enthielten im wasserfreien Zustande und nach Abzug der Asche (7,58 Proc.):

49,30	Theile Kohlenstoff
6,70	„ Wasserstoff
4,37	„ Stickstoff
39,61	„ Sauerstoff

4,37 Th. Stickstoff erfordern 0,935 Wasserstoff, um Ammoniak zu bilden. Dieser Wasserstoff von obiger Zahl abgezogen bleiben noch 5,765 Th. Wasserstoff, welche nur mit dem Wasser in die Pflanze gekommen sein können. 5,765 erfordern aber 46,120 Sauerstoff, um Wasser zu bilden, hier müssen also schon 6,51 Sauerstoff abgesondert werden. Nun bleiben uns aber noch 49,30 Kohlenstoff. Diese können nur als Kohlensäure in die Pflanze eingetreten sein und haben also noch 131,44 Th. Sauerstoff eingeführt. Mit obigen 6,51 zusammen erhalten wir also 137,95 Theile Sauerstoff, welche abgesondert werden müssen bei der Bildung von 100 Theilen trockner Pflanzensubstanz, oder bei 3600 Kil. Erntegewicht müssen auf der Fläche eines Hektars wenigstens 4968 Kil. Sauerstoff in Freiheit gesetzt werden.

Fast genau dasselbe Resultat hat Mulder mit Zugrundelegung der Beobachtungen und Analysen Chevandier's gefunden: Eine Quantität von 1754 Kil. Kohlenstoff, welche in dem Holze eines Buchenwaldes pr. Hektar jährlich gebunden wird, enthielt in der Form von Kohlensäure, in welcher der Kohlenstoff aufgenommen wurde, 4591 Kil. Sauerstoff; eine Quantität von 33 Kil. Stickstoff, welche in dem Holze gefunden wurde, ist mit 7 Kil. Wasserstoff zu Ammoniak vereinigt gewesen; das Holz enthielt nun 213 Kil.

Wasserstoff, es bleiben also 213 — 7 = 206 Kil. Wasserstoff. Diese bedürfen, um Wasser zu bilden, 1650 Kil. Sauerstoff; es waren aber im Ganzen nur 1507 Kil. Sauerstoff in dem Holze enthalten. Die durch die Analyse gefundenen Mengen der Bestandtheile des Holzes waren nämlich für die Fläche eines Hektars folgende:

1754	Kil.	Kohlenstoff
213	„	Wasserstoff
33	„	Stickstoff
1507	„	Sauerstoff
3507	Kil. + 48 Kil. Asche = 3555 Kil. Holz.	

In der Voraussetzung nun, daß die Pflanzen Wasser, Ammoniak und Kohlensäure als Nahrungsstoffe aufnahmen, haben wir:

Kohlenstoff	1754	Wasserstoff	7	Wasserstoff 213 — 7 =	206
Sauerstoff	4591	Stickstoff	33	Sauerstoff	1650
Kohlensäure =	6345	Amm. =	40	Wasser =	1856

Aus 6345 Kil. Kohlensäure, 40 Kil. Ammoniak und 1856 Kil. Wasser ist also das Holz gebildet worden. Die Summe des Sauerstoffes von der Kohlensäure und Wasser ist 4591 + 1650 = 6241; subtrahirt man hiervon die Quantität des Sauerstoffes, welche im Holze vorhanden ist = 1507, so bleibt für die Menge Sauerstoff, welche durch die Blätter ausgestoßen wurde, ein Gewicht von 4734 Kil. übrig.

Saussure hat durch zahlreiche Versuche bewiesen, daß das Verhalten der Pflanze gegen die umgebende Atmosphäre während der Nacht gerade das umgekehrte ist von dem, welches man am Tage beobachtet. Während nämlich unter dem Einfluß des Tageslichtes Kohlensäure der Luft entzogen und Sauerstoff derselben zugeführt wird, wird im Gegentheil während der Nacht Sauerstoffgas aus der umgebenden Atmosphäre absorbirt und dagegen der Gehalt derselben an Kohlensäure vergrößert. Saussure fand, daß die Blätter der Eiche, der Roßkastanie, der unächten Akazie, des Sedum reflexum und des größten Theiles aller Gewächse, im Dunkeln das Volumen ihrer Atmosphäre verminderten. Das Sauerstoffgas der letzteren verschwand und es bildete sich ein Theil freier Kohlensäure, deren Volumen geringer war, als das des während der Nacht verbrauchten Sauerstoffgases. Die Blätter oder die grünen Theile des Cactus Opuntia, der Crassula Cotyledon, des Sempervivum tectorum, der Agave americana, der Stapelia variegata verminderten im Dunkeln, indem sie Sauerstoffgas aufnahmen, das Volumen ihrer Atmosphäre, sogar ohne eine merkliche Menge von kohlensaurem Gas zu bilden. Blätter und Aeste von Cactus Opuntia, deren Volumen zusammen

119 Cub.-Cent. betrug, verminderten das Volumen (951 C. C.) der umgebenden Atmosphäre während einer Nacht um 79 C. C., welche bei der Untersuchung genau dem Verluste an Sauerstoffgas entsprachen; dieselben Blätter wurden darauf am Morgen der Einwirkung des Sonnenlichtes ausgesetzt und hatten am Abend das Volumen der Luft um 83 C. C. reinen Sauerstoffgases vermehrt, woraus sich also ergiebt, daß der während der Nacht aufgenommene Sauerstoff bei Tage wiederum vollständig von der Pflanze ausgehaucht wird. Dieselben Blätter lieferten bei der Wiederholung des Versuches ein ganz gleiches Resultat. Ueberhaupt absorbiren alle Blätter während der Dunkelheit Sauerstoff und entwickeln dagegen Kohlensäure; das Letztere ist bei den nicht fleischigen Blättern in weit höherem Grade der Fall als bei den sehr saftigen. Die Versuche Saussure's sind mit frischen, aber doch von der lebenden Pflanze abgelösten Blättern und Stengeln angestellt und können deshalb für die lebende Pflanze selbst nicht ganz beweisend sein. Jedoch ist dieselbe Erscheinung, nämlich die Aushauchung von kohlensaurem Gas an einer auf ihrem natürlichen Standorte befindlichen Pflanze ebenfalls von Boussingault beobachtet worden, indem er bei einer Weinrebe fand, daß die während der Nacht aus dem oben beschriebenen Apparate heraustretende Luft im Allgemeinen noch einmal so viel Kohlensäure enthielt als die umgebende Atmosphäre.

Wenn auch die während der Nacht auftretenden Erscheinungen den bei Tage beobachteten entgegengesetzt sind, so darf man doch keineswegs annehmen, daß dieses auch bei den in der Pflanze stattfindenden Prozessen in gleichem Maße der Fall sei; in der Art nämlich, daß die ganze Menge des von den Pflanzen während der Nacht aufgenommenen Sauerstoffes direkt mit dem schon verarbeiteten und assimilirten Kohlenstoff sich zu Kohlensäure verbände. Jene beiden vorher erwähnten Erscheinungen, welche während der Nacht in der Umgebung der Pflanze sich kundgeben, stehen vielmehr unter einander, wenigstens zum großen Theile, in keiner Beziehung, und finden ihre Erklärung darin, daß man die eine, nämlich die Entwickelung der Kohlensäure als die Folge eines rein mechanischen Prozesses betrachtet, die andere aber, die Aufnahme von Sauerstoff, als das Resultat einer chemischen Anziehung annimmt. Die Kohlensäure bringt fortwährend, bei Nacht so gut wie am Tage, mit der Feuchtigkeit aus dem Erdboden in die Pflanze ein, die Feuchtigkeit verdampft in jedem Augenblicke auf der Oberfläche der Pflanze; wenn nun während der Nacht die zersetzende Kraft des Sonnenlichtes fehlt, so muß natürlich die Kohlensäure mit der Feuchtigkeit wiederum in die Luft entweichen. Freilich ist die Verdunstung der Feuchtigkeit von der Oberfläche der Pflanze während der Nacht, wegen der niedrigeren Temperatur

der umgebenden Luft, bedeutend schwächer, als am Tage, und deshalb auch die Aufnahme von Wasser und Kohlensäure aus dem Erdboden durch die Wurzel wahrscheinlich nicht sehr beträchtlich; gänzlich hört dieselbe jedoch niemals auf. Es ist unmöglich mit Sicherheit zu bestimmen, ob nicht auch die während der Nacht beobachtete Absorption des atmosphärischen Sauerstoffgases an der Entwicklung der Kohlensäure Antheil habe, auf die Weise, daß vielleicht die im Pflanzensafte aufgelösten organischen Stoffe unter dem Einflusse des Sauerstoffes theilweise zersetzt werden, indem die schützende Kraft des nur bei Gegenwart des Tageslichtes mit hinreichender Energie auftretenden Assimilationsprozesses nicht vorhanden ist.

Die Aufnahme von Sauerstoff während der Nacht scheint die Folge einer chemischen Anziehung zwischen Körpern zu sein, die zu einander Verwandtschaft besitzen oder ein Bestreben haben, sich mit einander innig zu verbinden. Diese Aufnahme kann nicht durch einen mechanischen Prozeß bedingt sein, denn dann müßten auch andere Gase in gleicher Weise absorbirt werden, z. B. Stickstoffgas und Wasserstoffgas, welches jedoch nicht der Fall ist; ebenso wenig wird das absorbirte Sauerstoffgas durch Aufhebung des Luftdruckes oder durch Anwendung einer erhöhten Temperatur im Dunkeln wieder ausgetrieben, zum Beweise, daß dasselbe mit einer gewissen Kraft zurückgehalten wird, welche nur durch eine chemische Anziehung erklärt werden kann. Es erlischt, wie es scheint, mit dem Eintreten der Dunkelheit zum großen Theile die Lebensthätigkeit in der Pflanze oder es hört wenigstens die rasche Assimilation der Nahrungsstoffe auf; während der Nacht ist es dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft gestattet, seiner gewöhnlichen, außerhalb des Gebietes des Organismus ihm eigenthümlichen Neigung, mit anderen Substanzen Verbindungen einzugehen, Folge zu leisten. Wir sehen deshalb auch jene Sauerstoffabsorption bei den verschiedenen Pflanzen sehr verschiedenartig auftreten; einige absorbiren eine nur sehr geringe, andere dagegen eine auffallend bedeutende Menge Sauerstoff aus der umgebenden Atmosphäre; die grünen Theile der Pflanzen, welche flüchtige Oele enthalten, die sich durch Aufnahme des Sauerstoffes in Harz verwandeln, und andere, in deren Saft sich Gerbstoffe befinden oder stickstoffhaltige Substanzen, nehmen ungleich mehr Sauerstoff auf, als solche, worin diese Bestandtheile fehlen. Versuche beweisen die Richtigkeit dieser Behauptung zur Genüge; während z. B. die amerikanische Agave mit ihren fleischigen, geruch- und geschmacklosen Blättern nur 0,3 ihres Volumens Sauerstoff in 24 Stunden im Dunkeln absorbirt, nehmen die mit flüchtigem, verharzbarem Oel durchdrungenen Blätter der Fichte die 10fache, die gerbsäurehaltigen der Eiche die 18fache und die Blätter der Silberpappel die 21fache Menge des von der amerikanischen Agave absor-

birten Sauerstoffes auf. Die chemische Einwirkung des Sauerstoffes auf die schon fertig gebildeten Bestandtheile der Pflanze würde immer weiter fortschreiten und schließlich erst mit der völligen Zerstörung der organisch-vegetabilischen Masse aufhören, wenn die Pflanze nicht bereits nach wenigen Stunden, mit dem Beginn der Morgendämmerung, wiederum in das Bereich der durch das Sonnenlicht aufs Neue angeregten Lebensthätigkeit zurückgeführt würde, und unter diesem Einflusse während des Tages die ganze Menge des aufgenommenen Sauerstoffgases wieder verlöre und der Atmosphäre zurückzugeben gezwungen würde, um in der darauf folgenden Nacht dem angedeuteten chemischen Prozesse aufs Neue unterworfen zu werden. Einige ausländische Pflanzen, wie namentlich Cotyledon calycina und Cacalia ficoides zeigen nach Liebig's Angabe diesen Orydations- oder Säurebildungsproceß während der Nacht auf eine besonders auffallende Weise, denn deren Blätter sind am Morgen sauer wie Sauerampfer, gegen Mittag geschmacklos und Abends sogar bitter.

Eine wirklich direkte Verbindung des atmosphärischen Sauerstoffes mit dem bereits assimilirten Kohlenstoff scheint in den Blüthen der Pflanzen stattzufinden. Die Blüthen haben nicht die Fähigkeit die Kohlensäure zu zersetzen, sie nehmen vielmehr, je nach ihren Bestandtheilen, größere oder kleinere Mengen von Sauerstoff auf, lassen denselben mit dem Kohlenstoff ihrer eigenen Substanz eine Verbindung eingehen und stoßen ihn zum Theil in der Form von Kohlensäure wiederum aus. Die Blüthen entfalten sich nicht in einer sauerstofffreien Atmosphäre; sie absorbiren alle Sauerstoffgas, bei Tage sowohl, wie bei Nacht, und im Lichte sogar im höheren Grade als im Dunkeln, jedoch nach den verschiedenen Species in veränderlicher Menge, so daß 1 C. C. Blumen in 200 C. C. atmosphärischer Luft innerhalb 24 Stunden 5 bis 10 C. C. Sauerstoffgas in Kohlensäure verwandeln; sie nehmen also im Allgemeinen weit mehr Sauerstoff in sich auf, als dies bei den Blättern der Fall ist. Die äußeren Erscheinungen in der Blüthe sind ganz dieselben, wie die, welche in den Blättern während der Nacht eintreten; hier wie dort wird Sauerstoffgas aus der umgebenden Atmosphäre absorbirt, Kohlensäuregas dagegen ausgehaucht; in den Blättern aber sind beide Erscheinungen, wie wir gezeigt haben, zum großen Theil wenigstens unabhängig von einander, in den Blüthen dagegen stehen sie mit einander in dem innigsten Zusammenhange, hier findet in der That eine förmliche Verbrennung statt, es bildet sich Kohlensäure aus dem in der Blüthe selbst enthaltenen Kohlenstoff und dem Sauerstoff der umgebenden Atmosphäre. Diese Umwandlung des Sauerstoffes wird vorzugsweise durch die Geschlechtsorgane bewirkt und zwar besonders zu der Zeit, während welcher die Befruchtung in der Blüthe

vor sich geht; die Staubfäden und Pistille der Blumen enthalten eine bedeutende Menge klebriger und flüchtiger Stoffe, welche auch außerhalb des Organismus der Pflanze eine große Anziehung zum Sauerstoff besitzen. Die Umwandlung des atmosphärischen Sauerstoffes in Kohlensäure durch die Blüthe ist immer verbunden mit einer Wärmeentwicklung, welche freilich dem Gefühl sich nicht immer kundgiebt, aber besonders dann deutlich hervortritt, wenn man Blüthen der Untersuchung unterwirft, welche in großer Menge an einem Kolben zusammenstehen, wie dieses z. B. bei den verschiedenen Arten der Gattung Arum der Fall ist. Bei Arum maculatum fängt, den Beobachtungen Dutrochet's zufolge, die Spitze des Kolbens ungefähr zwei Tage vor dem Oeffnen der Blumenscheide an, eine höhere Temperatur zu zeigen als die umgebende Luft. Diese Wärme nimmt nach und nach zu und erreicht ihren Höhepunkt in dem Augenblicke des Oeffnens der Blumenscheide, wobei sie die der Luft um 11° bis 12° C. übertrifft. So hält sie sich zwei Stunden lang, nimmt allmählig ab und verschwindet gänzlich ungefähr 12 Stunden nachher, um nicht wieder zu kommen. Die Wärme des oberen Theiles des Blüthenkolbens verschwindet in der Nacht, welche dem Tage folgt, an welchem die Blumenscheide sich geöffnet hat; die Wärme der männlichen und weiblichen Blüthen ist auch während der Nacht noch zu bemerken, nimmt aber an Stärke ab. Am folgenden Morgen wächst diese Wärme von Neuem und erhebt sich höher, als am Tage vorher; sie erreicht am Vormittage ihren Höhepunkt und nimmt dann allmälig an Stärke ab, um in der folgenden Nacht für immer zu verschwinden. Die Wärme in der Anschwellung der Keule ist größer als die der männlichen Blüthen und diese größer als die der weiblichen. Die Ursache dieser Wärmeentwicklung liegt zum großen Theile in der während der Blüthe stattfindenden Bildung der Kohlensäure, indem hierbei, wie bei jedem energisch auftretenden chemischen Prozesse, Wärme frei wird; jedoch scheint sie in diesem Prozesse keineswegs einzig und allein begründet zu sein, indem man gefunden hat, daß die Blüthen einiger Pflanzen eine höhere Temperatur zeigten, als die andern, ungeachtet die letzteren in derselben Zeit eine größere Quantität Sauerstoff in Kohlensäure verwandelten. Es möchte daher die beobachtete Wärmeentwicklung noch außer mit der Bildung von Kohlensäure, in Verbindung stehen mit einem eigenthümlichen organischen Prozesse, der bei der Befruchtung der Pflanze thätig ist und noch anderweitige Umwandlungen der organischen Materie in der Blüthe bewirkt.

Die Wurzeln verhalten sich sowohl im Sonnenlichte als im Schatten fast ganz wie die Blätter im Dunkeln; sie absorbiren Sauerstoffgas und entwickeln dagegen Kohlensäuregas, nur ist die Aufnahme von Sauerstoff bei den ersteren weniger bemerkbar, weil die Wurzeln den Tag über kein Kohlen-

saures Gas zerlegen und daher niemals ganz davon befreit sind. Am meisten Sauerstoff wird von den Wurzeln absorbirt, wenn diese noch mit den übrigen Theilen der Pflanze vereinigt sind; es vertheilt sich dann die gebildete und absorbirte Kohlensäure von den Wurzeln aus in die ganze Pflanze. Die Aufnahme von Sauerstoffgas durch die Wurzeln ist für das Leben der ganzen Pflanze eine unerläßliche Bedingung; die Pflanze geht sehr bald zu Grunde, wenn die Wurzeln in einem sauerstofffreien Medium sich befinden, z. B. in reinem Kohlensäuregas oder in reinem Wasserstoff- und Stickstoffgas.

Zahlreiche Versuche über das Verhalten der Früchte gegen die umgebende Atmosphäre sind namentlich von Saussure, Berard, Couverchel und Fremy angestellt und mitgetheilt worden. Diese haben jedoch bisher zur Aufklärung der bei der Entwicklung der Frucht stattfindenden Prozesse wenig beigetragen. Im Allgemeinen wissen wir nur, daß die unreifen, grünen Früchte ähnlich den Blättern sich verhalten und unter dem Einfluß des Sonnenlichtes den Sauerstoffgehalt der umgebenden Atmosphäre vermehren; so wie die Früchte dagegen dem Zustande der Reife sich nähern, absorbiren sie, wie die Blüthen und Wurzeln, Sauerstoff und geben dafür Kohlensäure der Atmosphäre zurück. Die in den Schoten von Colutea arborescens enthaltene Luft fanden Calvert und Ferrand weit reicher an Kohlensäure als die umgebende atmosphärische Luft; ferner war die Menge der Kohlensäure in diesen Schoten, übereinstimmend mit den früher angegebenen Beobachtungen, bei Nacht größer als bei Tage (die äußersten Gränzen sind 2,746 und 1,419 Th. in 100 Theilen dem Volumen nach). Auch ließ sich eine progressive Abnahme der Kohlensäure bis zu dem Punkte verfolgen, wo dieselbe aufzuhören schien, woraus sich ergiebt, daß die zersetzende Kraft des Lichtes sich mit dessen Intensität und der Dauer seiner Wirkung vermehrt.

Ganz anders als die bisher betrachteten höheren oder sogenannten Gefäßpflanzen verhalten sich die niederen Gewächse, die Kryptogamen oder Zellenpflanzen gegen die umgebende Atmosphäre. Von diesen Pflanzen hat man bisher allein die Pilze und Moose der Untersuchung unterworfen. Marcet und in neuerer Zeit namentlich Hofmann haben gefunden, daß bei dem Wachsthum dieser Pflanzen den vorher beschriebenen gerade entgegengesetzte Erscheinungen auftreten. Die Moose und Pilze nehmen nämlich aus der Luft Sauerstoffgas auf und hauchen dagegen Kohlensäuregas in bedeutender Quantität aus, und zwar nimmt die Menge der letzteren bei der höheren Reife, besonders aber unter dem Einfluß des Sonnenlichtes beträchtlich zu, während bei den Gefäßpflanzen die Sonne gerade umgekehrt die Menge der Kohlensäure vermindert. Die kryptogamen Gewächse verschlechtern also die Atmosphäre, während die höher organisirten Pflanzen sie verbessern, d. h. sie

an Sauerstoff oder Lebensluft bereichern. Es verhalten sich die Zellenpflanzen während ihres ganzen Wachsthums ganz ähnlich den höheren Pflanzen, so lange diese noch in der Periode des Keimens sich befinden; hier wie dort wird Sauerstoffgas absorbirt, Kohlensäure ausgestoßen und in der That möchte auch die Ursache dieser Erscheinung in beiden Fällen eine ganz ähnliche sein. Ich habe oben nachgewiesen, daß die humusartigen Bestandtheile der Ackerkrume nicht als direkte Nahrungsmittel der Pflanze angesehen werden können, diese Regel mag aber für die niedrigeren Pflanzen eine Ausnahme finden, indem es scheint, daß diese in der That complicirter zusammengesetzte Stoffe in sich aufzunehmen im Stande sind. Jene Gewächse überziehen zum Theil als Parasiten andere Pflanzen und bewirken oft das Verkümmern der letzteren, vielleicht weil sie ihnen den fertig gebildeten Nahrungssaft entziehen, ähnlich wie die ersten Keime der höheren Gewächse sich entwickeln auf Kosten der im Samenkorne enthaltenen fertig gebildeten organischen Stoffe. Ferner wissen wir auch, daß die Moose und Pilze besonders üppig in einem feuchten, sumpfigen, sehr humosen oder sogenannten sauren Boden gedeihen, in welchem das Wasser durch aufgelöste humose Stoffe oft ganz dunkel gefärbt erscheint. Hier gehen die Humussubstanzen vielleicht als solche in jene Organismen über, nachdem sie bei ihrer Aufnahme durch die äußersten Wurzelenden eine theilweise Umwandlung, eine Entfärbung erlitten haben. Bei dieser Aufnahme erklärt sich auch die Bildung der Kohlensäure durch diese Pflanzen; die Zersetzung nämlich der humusartigen oder überhaupt organischen Substanzen, welche unter dem Einflusse der Wärme, Feuchtigkeit und dem Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffgases bei der Ernährung der höher organisirten Pflanzen außerhalb ihres Organismus stattfindet, die tritt hier in dem Innern des Gewächses selbst auf, es muß also Sauerstoff absorbirt, Kohlensäure ausgestoßen werden, damit die aufgenommenen Nahrungsstoffe die Fähigkeit erlangen, in neue organische Gebilde umgewandelt zu werden. Die kryptogamen Pflanzen bleiben gleichsam ihr ganzes Leben hindurch in dem Zustande der Kindheit, sie vermögen sich nicht frei zu machen von den ihrer eigenen Masse ähnlichen Stoffen und selbstständig neue und eigenthümliche Nahrungsmittel in sich zu verarbeiten, sie bilden nur Zellengewebe, durch und durch mit Pflanzensaft angefüllt, während die höheren Pflanzen außerdem noch sogenannte Gefäße in ihrem Organismus erzeugen, in welchen Luft circulirt, und durch welche also die gasförmigen Nahrungsstoffe der Kohlensäure und des Ammoniaks allenthalben mit dem in den Zellen eingeschlossenen Nahrungssaft in innige Berührung gebracht werden können, um hier die nöthigen Umwandlungen hervorzubringen und selbst an der Vermehrung der organisch-vegetabilischen Masse Theil zu nehmen. Wir sehen hier

wiederum, wie die Natur zur Erzeugung der in ihr auftretenden wunderbaren Pracht und Mannichfaltigkeit sich allenthalben der einfachsten und nur weniger Mittel bedient, indem sie die Prozesse, welche die Entwicklung der ersten Keime des Samenkornes bei den gewöhnlichen Pflanzen bewirken, hier eine ganze Classe von anders organisirten Pflanzen hervorbringen läßt.

2. Assimilation des Wasserstoffes in der Pflanze.

Das **Wasser** hat eine doppelte Function in dem Organismus der Pflanze; es ist der Hauptbestandtheil des die Pflanze durchdringenden Pflanzensaftes und nimmt als solcher in den grünen einjährigen Kräutern und in den jungen Trieben der perennirenden Gewächse wenigstens $^4/_5$ vom ganzen Gewichte des Pflanzentheiles für sich in Anspruch; es dient dazu, die Stoffe, deren Umwandlung in neue eigenthümliche Substanzen die Aufgabe des vegetabilischen Organismus ist, ganz oder theilweise in den auflöslichen Zustand zu versetzen und in Folge dessen in die innigste unmittelbare Berührung mit einander zu bringen, welche nothwendig ist, damit die Stoffe eine chemische Einwirkung auf einander äußern können. Wird durch anhaltende Trockenheit der normale Wassergehalt der Pflanze durch Verdunstung von deren Oberfläche bedeutend vermindert, und vermag die Pflanze nicht dafür ein Aequivalent dem Erdboden oder der umgebenden Atmosphäre zu entziehen, so wird sie in ihrem Wachsthum aufgehalten, sie verkümmert, und es erlischt endlich die Lebensthätigkeit, weil die emporsteigenden Säfte eine Verdickung erleiden, nicht frei sich mehr bewegen können und damit auch aufhören, die chemische Umwandlung der Stoffe zu unterstützen. Das Wasser hat aber noch eine andere, nicht weniger wichtige Bedeutung in dem Leben der Pflanze, es dient nämlich als direktes Nahrungsmittel für den vegetabilischen Organismus; seine Bestandtheile gehen mit den Bestandtheilen der Kohlensäure unter dem Einflusse des Sonnenlichtes neue Verbindungen ein und bilden diejenigen organischen Substanzen, aus denen die trockene Masse der Pflanze zum größeren Theile zusammengesetzt ist. Die Art und Weise, wie diese Umwandlung stattfindet, läßt verschiedene Erklärungen zu, für deren Richtigkeit wir keine direkten Versuche, Beobachtungen und Beweise mitzutheilen im Stande sind; wir können nur nach analogen innerhalb oder außerhalb des organischen Lebens auftretenden Erscheinungen und Prozessen die Richtigkeit der einen oder anderen Ansicht beurtheilen.

Wie bereits oben erwähnt wurde, sind die Hauptbestandtheile der Pflanze, nämlich Holzfaser, Stärke, Zucker, Gummi, zusammengesetzt aus nur 3 einfachen Körpern, aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff, und zwar enthalten sie die beiden letzteren Bestandtheile genau in dem Verhältnisse, in

welchem sie Wasser bilden, so daß also jene im Pflanzenreiche so verbreiteten Substanzen betrachtet werden können als bestehend aus Kohlenstoff und Wasser. Es wäre mithin die Annahme scheinbar die einfachste, daß die Kohlensäure in der lebenden Pflanze völlig in ihre beiden Bestandtheile zerlegt, der Sauerstoff ausgeschieden und der Kohlenstoff mit dem überall gegenwärtigen Wasser verbunden würde zu Holzfaser, Stärke 2c. Diese Ansicht ist auch in der That früher ziemlich allgemein die herrschende gewesen, und wir selbst haben im Vorhergehenden bei der Kohlensäure diese Art der Zersetzung vorläufig angenommen, weil wir dort noch nicht auf die hier näher zu betrachtende gleichzeitige Verarbeitung des Wassers eingehen konnten. Der erwähnten Annahme steht diejenige gegenüber, nach welcher die Kohlensäure und das Wasser gleichzeitig eine Zersetzung erleiden, und zwar in der Art, daß die Kohlensäure zunächst nur die Hälfte ihres Sauerstoffes verliert und zu einer niedrigeren Sauerstoffverbindung des Kohlenstoffes, welche wir Kohlenoxyd nennen, reducirt wird, während zu gleicher Zeit das Wasser in seine beiden Bestandtheile zerfällt, der Wasserstoff mit jenem neu gebildeten Kohlenoxyd eine Verbindung eingeht und zu organischen Stoffen verarbeitet wird, der Sauerstoff dagegen mit dem aus der Kohlensäure ausgeschiedenen zugleich aus dem Organismus der Pflanze austritt. Die Resultate sind, beiden Ansichten zufolge, dieselben, es wird eine gleiche Quantität Sauerstoff frei, und die Verhältnisse der zurückbleibenden Stoffe bleiben dieselben. Die zuletzt erwähnte Ansicht möchte jedoch die richtigere sein und zwar aus folgenden Gründen. Boussingault hat Samenkörner von Erbsen, Klee und verschiedenen Getreidearten in einem vollkommen humusfreien, künstlich gebildeten Gemenge von Thon und Sand keimen und vegetiren lassen, um dem Einwurfe zu begegnen, daß die Gegenwart humusartiger Düngerstoffe in der Ackerkrume möglicherweise auf die Assimilation der Elemente in verschiedenen Mengenverhältnissen von Einfluß sein könnte. Die im Verlaufe von mehreren Monaten entwickelten Pflanzen wurden der Elementaranalyse unterworfen und es stellte sich fast durchgängig als Resultat heraus, daß der Gehalt derselben an aufgenommenem Wasserstoff etwas größer war, als hinreichte, um mit dem gleichzeitig vorhandenen Sauerstoffe Wasser zu bilden. Dieser Ueberschuß von Wasserstoff mußte also wenigstens unter Zersetzung des Wassers in die Zusammensetzung der Pflanze eingegangen sein. Ferner wissen wir aus Saussure's Versuchen, daß die Menge des Sauerstoffes, welche während des Wachsthums der Pflanze aus derselben sich entwickelt, geringer ist als die ganze in der absorbirten Kohlensäure enthaltene Quantität, daß also eine gewisse Menge von Sauerstoff aus der Kohlensäure noch von der vegetirenden Pflanze zurückgehalten wird; da nun im Gegentheil die obigen Analysen

beweisen, daß der in der Pflanze enthaltene Sauerstoff nicht einmal hinreicht, um mit dem vorhandenen Wasserstoffe Wasser zu bilden, so kann offenbar nicht die ganze Menge des Sauerstoffes aus der Kohlensäure bei deren Assimilation abgeschieden worden sein, denn sonst müßte der ausgehauchte Sauerstoff wenigstens ebenso viel betragen, als vorher mit dem Kohlenstoff in der Kohlensäure in Verbindung war, ja, jene ausgestoßene Sauerstoffquantität müßte sogar größer sein, weil die Analysen einen Ueberschuß von Wasserstoff, also eine Zersetzung des Wassers und folglich auch eine Trennung einer gewissen Menge Sauerstoff aus dem Wasser nachweisen.

Ein anderes Beispiel, um die Richtigkeit der aufgestellten Behauptung, daß in der lebenden Pflanze eine Zersetzung des Wassers stattfinde, zu beweisen, entnehme ich dem Verhalten gewisser niedrig organisirter Gewächse, nämlich der Pilze gegen das Wasser. Uebergießt man nämlich diese Gewächse mit Wasser und setzt sie darauf dem Einflusse des Sonnenlichtes aus, so bemerkt man die Entweichung eines Gases, welches bei der Untersuchung als Wasserstoffgas sich zu erkennen giebt, und dessen Bildung nur durch eine stattfindende Zersetzung des Wassers erklärt werden kann, da das Aussehen der Pilze selbst keineswegs die Annahme einer anfangenden Fäulniß derselben und der Entwicklung von Wasserstoffgas aus deren eigenen Substanz zuläßt. Die hier beobachtete Wasserzersetzung ist die Folge der den Pilzen noch einwohnenden Lebensthätigkeit, welche sich bei diesen Gewächsen, wie überhaupt bei den niedriger organisirten, den sogenannten kryptogamen Pflanzen ganz anders äußert, als wie wir bei den gewöhnlichen Pflanzen beobachten. Die Pilze haben eine so große Anziehungskraft zum Sauerstoffe, daß, wenn sie durch eine Wasserschicht von dem vollkommnen Zutritt der atmosphärischen Luft abgeschlossen sind, sie den Sauerstoff dem Wasser selbst entziehen und dadurch den anderen Bestandtheil desselben, das Wasserstoffgas, in den freien Zustand überführen. Wir sehen also hier unter dem Einflusse des Lebensprozesses eine Wasserzersetzung auftreten, und es scheint daher nach dieser Analogie die Annahme durchaus nichts Gezwungenes zu haben, daß auch durch die höher organisirten Pflanzen eine gleiche Zersetzung bewirkt werden könne, nur daß hier der andere Bestandtheil des Wassers, der Wasserstoff nämlich, von der Pflanze assimilirt und zurückgehalten wird, der Sauerstoff dagegen gasförmig entweicht, also umgekehrt wie bei den Pilzen.

Wenn noch ein Zweifel über die in den Pflanzen stattfindende Wasserzersetzung übrig ist, so kann man auch auf Thatsachen verweisen, welche allerdings außerhalb der Sphäre der vegetabilischen Lebensthätigkeit liegen, aber dennoch aus dem Grunde hier Beweiskraft haben, weil wir immer von dem Grundsatz ausgehen müssen und denselben überall bestätigt finden, daß

die Natur zur Erreichung ihrer Zwecke sich stets der einfachsten Mittel bedient und nur da neue schafft, wo die zur Erzeugung anderer Gebilde verwendeten und schon vorhandenen nicht mehr ausreichen. Dieses vorausgeschickt, erwähnen wir, daß die Kohlensäure die Hälfte ihres Sauerstoffes verhältnißmäßig nur schwach gebunden hält und leicht an andere oxydirbare, d. h. verbrennbare Stoffe abzugeben geneigt ist, daß dagegen die zweite Hälfte um so schwieriger von dem Kohlenstoffe zu trennen ist und nur der Einwirkung der allerkräftigsten chemischen Agentien weicht; während auf der anderen Seite das Wasser eine Verbindung ist, deren Bestandtheile in zahlreichen Prozessen mit Leichtigkeit auseinander fallen, und bei Gegenwart anderer Stoffe zu der Umwandlung derselben Veranlassung geben. Schließlich können wir unmöglich annehmen, daß in den mannichfaltigen organischen Gebilden das Wasser als solches fertig gebildet und mit dem Kohlenstoff in Verbindung vorhanden sei, da alle Bestandtheile in denselben in einem so innigen Zusammenhange mit einander stehen, daß der Sauerstoff und Wasserstoff in der Form von Wasser nur unter völliger Zerstörung des organischen Körpers abgeschieden werden können; es sind nur die Bestandtheile des Wassers, nicht das Wasser selbst als solches in den organischen Gebilden vorhanden, und dieses muß folglich, ehe es als Nahrungsstoff zu Vermehrung der vegetabilischen Masse beitragen konnte, erst in seine einfachen elementaren Bestandtheile zerlegt worden sein.

3. Assimilation des Stickstoffes in der Pflanze.

Das dritte Hauptnahrungsmittel der Pflanzen ist das Ammoniak; dieses wird neben der Kohlensäure und dem Wasser zu der Bildung der stickstoffhaltigen, im vegetabilischen Organismus erzeugten Substanzen verwendet, welche vorzugsweise in den Samen sich angehäuft vorfinden, doch auch in allen übrigen Theilen der Pflanze verbreitet vorkommen und mit dem Namen Kleber, vegetabilisches Eiweiß, Käsestoff, Fibrin, Pflanzenleim und alle insgesammt als Proteïnverbindungen oder eiweißartige Körper bezeichnet werden. Diese Körper enthalten 4 elementare Bestandtheile, nämlich Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff und außerdem noch häufig kleine Mengen von Phosphor und Schwefel; Sauerstoff und Wasserstoff sind in ihnen nicht in dem Verhältniß vorhanden, in welchem sie Wasser bilden, sie enthalten vielmehr einen bedeutenden Ueberschuß an Wasserstoff, der ohne Zweifel zum großen Theil aus dem assimilirten Ammoniak herrührt, welches bekanntlich eine chemische Verbindung ist von Stickstoff und Wasserstoff. Die ganze Menge des aufgenommenen Ammoniaks, sowohl der in ihm enthaltene Wasserstoff als der Stickstoff, ist wahrscheinlich völlig zu der Bildung dieser Kör-

per verwendet worden, während alle stickstofffreien Erzeugnisse des Gewächsreiches ihre Existenz der Verarbeitung einzig und allein der Bestandtheile der beiden anderen Nahrungsmittel der Pflanze, des Wassers und der Kohlensäure, verdanken. In den stickstoffhaltigen Produkten ist jedoch das Ammoniak ebenso wenig als solches vorhanden, als in den stickstofffreien das Wasser fertig gebildet auftritt; hier wie dort sind nur die Bestandtheile jener Verbindungen zugegen, und auch das Ammoniak hat in der lebenden Pflanze erst eine Zersetzung erleiden müssen, ehe seine Bestandtheile zur Vermehrung der organischen Masse beitragen konnten. Das Ammoniak, die Kohlensäure und das Wasser werden also alle in dem vegetabilischen Organismus zerlegt und erst in dem Augenblicke, wo die elementaren Bestandtheile oder einfachere Verbindungen sich ausscheiden, haben diese die Fähigkeit, wahrscheinlich unter gleichzeitiger Einwirkung der mineralischen Nahrungsstoffe zu neuen eigenthümlichen Körpern zusammenzutreten; denn wir wissen auch aus vielen anderen Naturerscheinungen, daß die einfachen Stoffe dann die größte Verwandtschaft zu einander besitzen, bei weitem am meisten Neigung haben, sich gegenseitig zu neuen Gebilden zu verbinden, wenn sie im Momente ihres Freiwerdens aus einer vorher bestehenden festen, flüssigen oder gasförmigen Verbindung, gleichsam in einem weit concentrirteren Zustand und in weit innigerer Berührung sich befinden, als wenn sie schon frei, im verdünnteren und ausgedehnteren Zustande aus der nächsten und unmittelbaren Berührung herausgetreten sind, wo sie alsdann oft gar nicht mehr die Fähigkeit besitzen, mit einander zu neuen Verbindungen zusammen zu treten. Schon aus diesem Grunde muß bei der Lehre von der Ernährung der Pflanze als Grundsatz aufgestellt werden, daß die Nahrungsmittel, ehe sie die Erzeugung neuer Verbindungen veranlassen, vorher eine Zersetzung erleiden, und nur selten als solche unmittelbar an der Zusammensetzung der neu entstandenen Produkte Antheil haben.

4. Assimilation und Vertheilung der Mineralstoffe in der Pflanze.

Daß die Gegenwart gewisser Mineralstoffe in dem die Pflanzen ernährenden Boden in einem aufgelösten, mit der Feuchtigkeit von der Pflanze aufnehmbaren Zustande, eine unerläßliche Bedingung für die vollständige Entwicklung der letzteren ist, ist in Folge zahlreicher Vegetationsversuche eine allgemein anerkannte Thatsache, welche keines neuen Beweises bedarf. Fehlt auch nur ein einziger der wesentlichen Bestandtheile, welche wir in der Asche einer bestimmten Pflanze vorfinden, in der Umgebung der letzteren, so kann diese nicht zur völligen Ausbildung gelangen. Die verschiedenen Pflanzen nehmen alle dieselben Mineralkörper in ihren Organismus auf, aber in sehr

verschiedenen Quantitäten, so daß oft die eine Pflanze in einem gegebenen Boden noch kräftig gedeiht, während die andere kränkelt und verkümmert, weil derselben die vorhandenen Mengen der mineralischen Nahrungsstoffe nicht mehr genügen.

Es sind in neuerer Zeit sehr viele Pflanzenaschen analysirt worden; die Zahl dieser Untersuchungen genügt aber keineswegs, um überall das Wesentliche in der Zusammensetzung der Aschen von dem Unwesentlichen trennen zu können. Nur von wenigen Pflanzen und Pflanzentheilen besitzen wir ganze Reihen von genau durchgeführten Aschenanalysen, welche wenigstens ein ziemlich genaues mittleres Resultat für die Zusammensetzung der betreffenden Pflanzenaschen geliefert haben. Die großen Abweichungen, die wir in der Zusammensetzung eines und desselben Pflanzentheiles den Analysen zufolge wahrnehmen, sind zum großen Theil bedingt durch den Einfluß verschiedener Boden- und klimatischer Verhältnisse, oft auch durch eine durch die Cultur veranlaßte, gleichsam krankhafte Ausbildung einzelner Theile und dadurch entstandene Abarten von der ursprünglichen normalen Pflanze. Ich werde auf diesen Gegenstand sogleich unten zurückkommen, hier theile ich zunächst eine Uebersicht der Aschenprocente mit und der einzelnen Aschenbestandtheile, wie sie aus den Analysen sich ergeben, welche hinsichtlich ihrer Genauigkeit besonderes Vertrauen verdienen. Diese Uebersicht ist in ziemlicher Ausführlichkeit gegeben worden, theils weil schon hier einige interessante Folgerungen aus derselben hervorgehen, theils aber auch, weil in späteren Abschnitten auf die hier zusammengestellten Zahlen verwiesen werden soll. Die zuerst mitgetheilte Tabelle bezieht sich auf die Aschenprocente der bisher untersuchten Pflanzen und Pflanzentheile; die Kenntniß der Gesammtmenge der vorhandenen Asche muß von Wichtigkeit sein, weil nur unter Berücksichtigung derselben die Quantitäten sich berechnen lassen, welche von gewissen Stoffen durch die Pflanzen dem Boden entzogen werden. Die Zahlen der Aschenprocente beziehen sich überall auf die völlig wasserfreie Pflanzensubstanz. Bei einigen Gewächsen habe ich eine größere Anzahl von Bestimmungen mitgetheilt, um die Grenzen der oft sehr beträchtlichen, durch abweichende äußere Verhältnisse bedingten Schwankungen übersehen zu können.

1. Körner und Samen.

		Mittel.			Mittel.
Hafer,	4,14; 3,26; 3,17; 3,32;		Gerste,	2,70; 2,38; 2,04; 1,90;	
	3,37; 3,25; 3,56; 2,38;			4,13; 2,13; 2,50; 2,82;	
	2,66; 3,65	3,80		2,38; 2,75	2,48
geschält,	1,81; 2,22; 2,14;				
	2,81; 2,28; 2,32;		Weizen,	1,90; 2,40; 2,62; 1,46;	
	2,22; 2,11; 1,61	2,06		1,46; 2,75; 1,40; 1,35;	

	Mittel.
2,30; 1,65; 1,50; 1,80; 3,13	1,978
Roggen, 2,43; 3,17; 2,00; 0,9; 1,5	2,00
Hirse, 3,88; 3,33	3,605
Erbsen, 3,00; 2,1; 2,61; 3,25; 4,27; 3,40; 2,99; 3,19; 2,53; 2,27; 2,69; 3,11; 1,61; 3,34; 2,78; 3,01	2,884
Saubohnen	4,00
Weiße Bohnen	3,29
Schminkbohnen	3,50
Linsen	2,06
Wicken	2,40
Buchweizen	2,13
Lein, 4,63; 4,22	4,425
Hanf	5,60
Raps, 3,36; 4,03; 4,44; 4,73; 5,19; 4,89; 4,90; 2,44; 4,87; 4,40; 4,79; 4,18	4,352
Leindotter	4,10
Weißer Senf	4,15
Schwarzer Senf	4,31
Mohn	7,00
Rothtanne	4,47
Kiefer	4,98
Roßkastanie, 3,36; 2,26	2,81
Trauben	2,76
Oliven	2,61

2. Stroh und Stengel.

	Mittel.
Hafer, 5,46; 5,02; 7,29; 9,11; 8,76; 8,65; 5,10; 6,8; 7,18	7,24
Gerste, 4,20; 4,90; 5,88	4,993
Weizen, 5,28; 3,78; 7,00; 4,51; 4,36; 5,39; 2,30; 4,01; 3,92; 5,71; 5,25; 5,18; 2,42	4,547
Winterroggen, 3,70; 5,14	4,42
Sommerroggen, 6,16; 4,72; 4,87	5,15
Mais, 6,50; 2,30; 4,82	3,605
Hirse	8,32
Erbsen, 3,43; 3,63; 3,93; 3,90; 6,80; 3,90; 6,59; 6,49; 3,91; 5,28; 7,57; 3,76; 3,38	4,813
Bohnen	3,47
Wicke, 5,10; 6,89	6,00
Linsen	5,38
Buchweizen	4,50
Topinambur, Stengel	4,40
Hopfen, Stengel und Ranken	3,74
Lein, 4,13; 3,64; 2,30; 4,09; 3,6; 4,54; 5,0; 5,43; 5,57	4,256
Hanf, 3,74; 4,54	4,14
Leindotter	6,05
Raps, 4,36; 6,01; 3,51; 3,72; 2,85; 4,28; 5,18; 3,98; 3,81	4,411

3. Ganze Pflanzen.

Kartoffelkraut, 15,60; 19,8	17,70
Spergel, 10,08; 10,04	10,06
Rother Klee	7,76
Weißer Klee	7,60
Luzerne	9,55
Esparsette	6,68
Spargel	6,68
Seekohl, alte Pflanze	16,74
,, junge Pflanze	9,95
Hopfen	9,87
Calmus	6,90
Englisch Raygras, 8,66; 11,46	10,06
Carex caespitosa	7,50
Eriophorum vaginatum	3,16
Aechte Kamille, 8,51; 9,61	9,06
Feldkamille	9,66
Kornblume	7,32
Kornrade	13,20
Bärenklau	10,71
Kümmel	8,75
Wegerich, schmalblättr.	7,50
,, breitblättr.	8,26
Vogelklaue	7,50
Schöllkraut	6,85
Hopfenklee	5,79
Steinpimpinelle	5,38
Wiesenpimpinelle	5,00
Schotenklee, gehörnter	6,40

	Mittel.
Schotenklee, Sumpf-	2,00
Hopfenklee	5,79
Wiesenplatterbse	4,68
Hufeisenklee	3,93
Vogelknöterich	3,82
Heidekraut, junges	1,96

4. Blätter.

Runkelrüben, 21,50; 19,1	20,30
Turnips	9,39
Topinambur	28,30
Weißkraut	11,62
Hanf	22,00
Hopfen	13,60
Tabak, 18,9; 22,2; 24,5; 19,8; 23,0; 21,1; 23,28; 23,28; 22,83; 27,36	22,625
Rother Fingerhut	10,89
Schierling	12,80
Spinat	19,76
Möhre	21,30
Pappeln	23,00
Rothbuche	6,00
Eiche	9,80
Weißbuche	10,51
Ulme	16,33
Roßkastanie, junge	9,08
Ahorn	28,05
Esche	14,76
Acazie	18,20
Oliven	6,45
Tannennadeln	2,31
Fichtennadeln	6,25

	Mittel.

5. Wurzeln und Knollen.

Kartoffeln, 4,82; 3,63; 4,36; 3,46; 3,98; 4,86	4,1[illegible]
Topinambur, 6,00; 5,9; 4,24	5,38
Runkelrübe, 10,0; 8,5; 6,3	8,27
Weiße Rübe, Turnips, 7,41; 7,00	7,205
Rutabaga	7,34
Kohlrübe	4,08
Möhre	5,12

6. Hölzer.

Buche	0,38
Apfelbaum	1,29
Vogelkirsche	0,28
Birke	1,00
Eiche	2,30
Wallnuß	1,57
Linde	5,00
Roßkastanie, junge	1,05
Olive	0,58
Weinrebe, 2,52; 2,25; 2,84; 2,69	2,575
Lärche	0,32
Tanne	0,33
Kiefer, 0,14; 0,19	0,17

7. Rinden.

Buche	6,62
Vogelkirsche	10,37
Eiche	6,00
Roßkastanie, junge	7,85
Tanne	1,79

Es ergeben sich aus der obigen Tabelle recht deutlich einige interessante Resultate hinsichtlich der absoluten Aschenquantitäten in den verschiedenen Pflanzen, so wie hinsichtlich deren Vertheilung in den einzelnen Organen der Gewächse. Zuerst sieht man, daß der mittlere Aschengehalt in den **Körnern** unserer 4 wichtigsten Getreidearten fast genau übereinstimmt und = 2 Proc. ist, wobei jedoch der Hafer und die Gerste im geschälten Zustande angenommen werden müssen. In den Samen der Erbsen und Bohnen steigt dieser Gehalt im Durchschnitt auf 3 Proc., in den Bohnen, wie es scheint, noch etwas höher, in den Wicken und Linsen dagegen nicht ganz so hoch; die aus den angegebenen Resultaten berechnete Durchschnittszahl für sämmtliche Hül-

senfrüchte wird = 3,022, also genau = 3 Proc. Fast ebenso genau ist der Procentgehalt der Asche bei den Samen der Oelfrüchte = 4, mit alleiniger Ausnahme des Mohns, für welchen jedoch noch weitere Aschenbestimmungen erst sichere Anhaltepunkte geben können. Für andere Pflanzen und Pflanzenfamilien liegen noch nicht genug Untersuchungen vor, um auch für diese den Procentgehalt der Asche in runder Zahl feststellen zu können. Die Aschenprocente in dem Stroh der Cerealien zeigen nicht gleiche Uebereinstimmung, wie dieses bei den Körnern der Fall ist; im Allgemeinen sind dieselben im Winterweizen und Winterroggen = 4,5, dagegen bei den Sommerhalmfrüchten etwas höher, bei der Gerste und dem Sommerroggen = 5 und bei dem Hafer sogar = 7, im Mittel von vielen unter sich freilich sehr abweichenden Bestimmungen. Das Stroh der Hülsenfrüchte hat einen mittleren Aschengehalt = 4,916, also nahe = 5, und das der Oelfrüchte = 4,714 oder, wenn man von dem Leindotterstroh absieht, nahe = 4,5. In runden Zahlen erhält man also für diese drei Klassen von wichtigen ökonomischen Pflanzen folgende Verhältnisse:

	Körner.	Stroh.
Cerealien	2 Prc.	5,25 Prc.
Hülsenfrüchte	3 „	5,00 „
Oelfrüchte	4 „	4,50 „

Im Allgemeinen ist der Aschengehalt bei allen Stroharten nahe übereinstimmend und als Mittel sämmtlicher Zahlen findet man 4,969, also 5. Proc.

Die durch Verbrennen ganzer Pflanzen gefundenen Aschenprocente gestatten weniger allgemeine Folgerungen, schon aus dem Grunde, weil hier bei einer und derselben Pflanze sehr verschiedene Zahlen sich ergeben müssen, je nachdem die untersuchten Gewächse reicher oder weniger reich an Blättern, Blüthen ꝛc. waren und je nach ihrem verschiedenen Alter. Jedoch bemerkt man, daß im Ganzen die Pflanzen mehr Asche hinterlassen als die Stengel und Samen für sich allein, und ferner, daß fast durchgängig die Pflanzen, welche einen gedüngten Ackerboden oder überhaupt einen an auflöslichen Mineralsalzen reichen Boden lieben, auch eine besonders große Menge von Aschenbestandtheilen in sich aufgenommen haben. Nach verschiedenen Pflanzenfamilien läßt sich jedoch bis jetzt keine bestimmte Reihenfolge hinsichtlich der Aschenprocente feststellen.

Die Blätter enthalten offenbar von allen Pflanzentheilen durchgängig die größte Quantität Asche, zuweilen bis 1/4 des ganzen Gewichtes der trocknen vegetabilischen Substanz, so bei den Topinamburs, dem Tabak, Hanf, Spinat, den Pappeln, dem Ahorn und der Acazie. Die Blätter der krautartigen Pflanzen sind in der Regel um das Doppelte reicher an Asche, als die

Holzgewächse und unter diesen wieder die Blätter der Laubhölzer wenigstens doppelt so reich als die der Nadelhölzer. Das Holz der ausdauernden Gewächse ist unter allen Pflanzentheilen entschieden am ärmsten an Mineralstoffen und wieder das der Nadelhölzer viel ärmer als das der Laubhölzer. Dagegen nimmt der Aschengehalt in der Rinde bedeutend zu, bei den Nadelhölzern jedoch, wie es scheint, ebenfalls nicht in dem Grade wie bei den Laubhölzern.

Die Wurzeln der krautartigen Pflanzen verhalten sich hinsichtlich der Aschenprocente ähnlich den Stengeln, so daß die Aschenmenge ebenso groß oder nur wenig niedriger ist als in den Stengeln; die wasserfreien Knollen der Kartoffeln und Topinambur enthalten etwa 4 bis 5, die Rüben dagegen 6 bis 8 Prc. Asche.

Die Durchschnittsverhältnisse für die Haupttheile der Pflanzen kann man wenigstens annähernd genau mit folgenden Zahlen bezeichnen:

Ein- und zweijährige Pflanzen.		Ausdauernde Pflanzen.	
Samen	3 Proc.	Samen	3 Proc.
Stengel	5 „	Holz	1 „
Wurzeln	4 „	Rinde	7 „
Blätter	15 „	Blätter	10 „

Ungleich interessanter, als die so eben mitgetheilten Untersuchungen und Betrachtungen sind die Resultate, welche sich aus der Aschenbestimmung der verschiedenen Theile einer und derselben Pflanze ergeben haben. Ich gebe in dem Folgenden eine Uebersicht der Aschenprocente der verschiedenen Theile zweier Pflanzen, von denen die eine den einjährigen, die andere aber den perennirenden Gewächsen angehört. Die folgenden Angaben entnehme ich aus einer von Norton ausgeführten Untersuchung über die Aschenbestandtheile des Hafers, und stelle hier die Resultate zusammen, wie sie sich bei der Analyse verschiedener Varietäten des Hafers ergeben haben:

	Hopetonhafer von Northumberld.	Hopetonhafer von Fife.	Kartoffelhafer von Northumberld.	Brauner Hafer von Edinburg.	Sandhafer von Fife.	Mittel
Körner	2,14	1,81	2,22	2,11	1,76	2,00
Schalen	6,47	6,03	6,99	8,24	6,03	6,75
Spreu	16,53	17,23	15,59	19,16	18,97	16,09
Blätter	8,44	7,19	14,59	10,29	15,92	10,88
Oberes Stroh	4,95	5,44	9,22	8,25	11,01	7,77
Mittl. Stroh	6,11	5,23	7,41	6,53	9,01	6,66
Unteres Stroh	5,33	5,18	9,76	7,11	7,30	6,93

Man sieht, daß die Aschenmengen bei verschiedenen Varietäten derselben Pflanze nicht unbedeutenden Schwankungen unterliegen, jedoch bleibt das gegenseitige Verhältniß in den einzelnen Pflanzentheilen ziemlich gleich und

man kann aus diesen Untersuchungen entnehmen, daß die Aschenprocente in der Haferpflanze für die einzelnen Theile derselben in runden Zahlen folgendermaßen sich verhalten: Stroh = 7; Blätter = 11; Spreu = 16; Schalen = 7 und Körner = 2. Es ist wahrscheinlich, daß auch bei den übrigen Gräsern die betreffenden Verhältnisse sich ähnlich herausstellen werden.

Bei dem Roßkastanienbaum habe ich die einzelnen Theile auf ihren Aschengehalt untersucht und zwar in der Art, daß sämmtliche vegetabilische Substanzen von demselben Baume und also demselben Standort entnommen wurden. Die Aschenprocente waren die folgenden:

Rinde, junge	7,85 Proc.	Staubfäden	6,56 Proc.
Holz, junges	1,05 „	Blumenblätter	6,10 „
Blätter, junge	9,08 „	Unreife Früchte	4,39 „
Blattstengel	13,87 „	Reife Früchte	
Blüthenstengel	11,36 „	Kern	3,36 „
Kelchtheile	6,65 „	Grüne Schale	7,29 „
		Braune Schale	2,20 „

Auch hier bemerkt man, ähnlich wie bei den einjährigen Gewächsen, daß der Gehalt an Mineralstoffen vom Stamm oder Stengel aus nach den Blättern und Blüthen hin bedeutend zunimmt, in den Früchten dagegen wiederum zurücktritt. Weitere Untersuchungen ähnlicher Art werden jedenfalls interessante Aufschlüsse geben über die vielleicht einfachen Gesetze, nach welchen die Mineralstoffe in den verschiedenen Pflanzen und deren verschiedenen Organen sich vertheilen.

Gleichwie die verschiedenen Pflanzentheile zu einer und derselben Periode der Vegetation sehr von einander abweichende Aschenmengen enthalten, so findet man auch in einem und demselben Theile der Pflanze bedeutende Schwankungen in dem Aschengehalt je nach der Periode der Entwickelung der ganzen Pflanze. Norton hat auch hierüber ausführliche Untersuchungen bei der Haferpflanze angestellt. Die Pflanzen waren am 4. Juni, an welchem Tage sie zuerst eingeäschert wurden, 4—6 Zoll hoch und bestanden nur aus einem Blatte und dem Ansatze des Stengels:

	Blätter.	Stengel.	Knoten der Halme.	Spreu.	Körner ungeschält.
Am 4. Juni	10,83	10,49	„	„	„
„ 11. „	10,79	9,88	„	„	„
„ 18. „	9,07	9,32	„	„	„
„ 25. „	10,95	9,17	„	„	„
„ 2. Juli	11,35	7,83	„	„	4,91
„ 9. „	12,20	7,80	„	„	4,36
„ 16. „	12,61	7,94	„	6,00	3,38

	Blätter.	Stengel.	Knoten der Halme.	Spreu.	Körner ungeschält.
am 23. Juli	16,45	7,99	10,02	9,11	3,62
„ 30. „	16,44	7,45	9,60	12,28	4,22
„ 6. Aug.	16,05	7,63	10,44	13,75	4,31
„ 13. „	20,47	6,62	10,48	18,68	4,07
„ 20. „	21,14	6,66	11,79	21,07	3,64
„ 27. „	22,13	7,71	11,27	22,46	3,51
„ 3. Sept.	20,90	8,35	10,70	27,47	3,65

Die hier untersuchte Haferart ist in allen ihren Theilen besonders reich an Mineralstoffen; die gefundenen Verhältnisse müssen aber dieselben sein auch bei den anderen Hafersorten und überhaupt bei den Gräsern, ja ganz ähnlich auch bei allen einjährigen Pflanzen. Man bemerkt, daß der Aschengehalt der Blätter regelmäßig und sehr bedeutend zunimmt mit der Entwickelung der Pflanze, nur zur Zeit der Reife zeigt sich wieder eine kleine Verminderung. Bei den Halmen findet das umgekehrte Verhältniß statt, es vermindert sich die Aschenmenge mit dem Fortschreiten der Vegetation, jedoch tritt gegen die Zeit der Reife wieder eine Vermehrung der Aschenprocente ein. Die Aschenmenge in den Knoten der Halme ist deutlich größer als in dem Stroh, aber keinen bedeutenden Schwankungen unterworfen. Am Auffallendsten ist die regelmäßige Zunahme des Aschengehaltes in der Spreu oder den Spelzen, während dagegen in den Körnern mit der Annäherung der Reife eine Verminderung der Aschenquantität eintritt. Die Schale nämlich wird zuerst ausgebildet und diese enthält wenigstens dreimal so viel Asche, als das Korn, so daß also, wenn dieses sich ausbildet, der Aschengehalt abnehmen muß. Man bemerkt, daß die Aschenbestandtheile fortwährend von dem Stengel in die Blätter und Samentheile übergehen, und daß daher auch während der ganzen Dauer der Vegetation stets neue Mineralstoffe dem Boden durch die Wurzeln entzogen werden müssen, indem der Aschengehalt der Stengel nicht bedeutend abnimmt. Dies ergiebt sich ebenfalls aus den Untersuchungen Boussingault's für die Weizenpflanze, indem diese, den Beobachtungen zufolge, auf der Fläche eines Hektar an Mineralsubstanzen dem Boden entzieht:

vom 1. März bis zum 19. Mai	täglich	im	Durchschnitt	0,28	Kilogr.
vom 19. Mai bis zum 9. Juni	„	„	„	1,92	„
vom 9. Juni bis zum 15. August	„	„	„	2,16	„
also während der ganzen Vegetation	„	„	„	1,18	„

In dem Kapitel, welches von der Erschöpfung des Bodens durch die Cultur handelt, wird man speciellere Angaben finden über die Aufnahme der Mineralstoffe in den verschiedenen Perioden der Vegetation.

Hinsichtlich der Aschenprocente des Holzes und der Rinde vom Roßkastanienbaume theile ich noch folgende Zahlen mit, welche theils von Staffel, theils von mir gefunden wurden:

Blüthenstengel.	Grüne Frühjahrstriebe.	Holzsubstanz d. grünen Triebe.	Junges Holz im Herbst.	Vorjähriges Holz im Frühj.	Rinde d. grünen Triebe.	Junge Rinde im Herbst.	Vorjährige Rinde im Frühj.
11,4	9,9	10,9	3,4	1,1	8,7	6,6	7,9

Der Aschengehalt des Holzes nimmt bei seiner weiteren Entwicklung fortwährend ab, im noch älteren Holze ist derselbe noch geringer und sinkt bis unter $^1/_2$ Proc., aus dem Grunde, weil der das Holz durchdringende Pflanzensaft die hier noch zurückgehaltenen Mineralstoffe auflöst und in die oberen grünen und saftigen Triebe überführt. In der Rinde findet zuerst eine Abnahme im Aschengehalte statt, später jedoch wiederum eine Zunahme aus Ursachen, welche weiter unten, wo wir die hier eintretenden Veränderungen in den quantitativen Verhältnissen der einzelnen Bestandtheile werden kennen lernen, sich klar ergeben werden.

Es wurde oben schon erwähnt, daß die verschiedenen Varietäten derselben Pflanze oft verschiedene Aschenmengen zeigen, wenn sie auch auf demselben Boden angebaut worden sind. So zeigte es sich bei den verschiedenen Sorten des Hafers in allen Theilen der Pflanze, und dieselbe Thatsache ergiebt sich auch für die Weizenkörner aus folgenden von Way mitgetheilten Aschenbestimmungen:

Varietäten.	Boden, auf welchem sie gewachsen.	Procente der Asche.
Hopeton-Weizen	Steingerölle	1,81
„ „	Kalkgerölle und Thon	1,51
Spalding	Kalkboden	1,81
Hopeton-Weizen	Kalkboden	1,48
Creeping-Weizen	Thon und Sand	1,73
„ „	„ „ „	1,65
„ „	Kalkgerölle	1,71
Red-Straw White	Lehm (Grünsand)	1,70
Hopeton-Weizen	Lehm	1,56
„ „	Feuerstein und Kalk	1,63
Französ. Weizen		1,55
Egyptischer „		1,97
Odessa „		1,50
Marianopel „		1,70
Hopeton-Weizen	Kieselsand	1,61
„ „	Zäher Thon	1,63
„ „	Sand	1,71
„ „	Thon	1,69
„ „	Kieselsand	1,76

Diese Zahlenverhältnisse beweisen ferner, daß dieselbe Varietät auf verschiedenen Bodenarten gebaut, abweichende Mengen an Mineralstoffen in sich aufnehmen kann; dasselbe ersieht man aus den folgenden Verhältnissen bei dem Hafer:

	Hopeton-Hafer.				Kartoffelh.	Braun. H.	Sandhafer.
	Leichter Lehmb.	Armer Moorb.	Kalkarmer Bod.	Verbess. Moorb.	Leichter Sandb.	Guter Lehmb.	Sandiger Lehmb.
Körner	2,14	2,81	2,28	2,32	2,22	2,11	1,61
Schalen	6,47	5,27	6,49	7,11	6,99	8,24	8,03

Auch in den Früchten der Roßkastanie fand ich auf einem trocknen, aber an auflöslichen Mineralstoffen sehr reichen Porphyrboden einen bedeutend höheren Aschengehalt, als auf einem feuchten und humosen Waldboden, nämlich folgende Verhältnisse:

	Kernsubstanz.	Grüne Schale.	Braune Schale.
Porphyrboden:	3,36 Prc.	7,29 Prc.	2,20 Prc.
Waldboden:	2,26 „	4,53 „	1,70 „

Es ist bemerkenswerth, daß die gegenseitigen Verhältnisse in allen drei Theilen der Frucht dieselben geblieben sind, und daß also der Aschengehalt überall gleichmäßig gestiegen oder gefallen ist.

Weit mehr noch, als allein nach den Bodenverhältnissen sehen wir die Aschenmengen variiren nach dem jedesmaligen Düngungszustande des Bodens und je nachdem derselbe ein Uebermaß von leicht auflöslichen Salzen enthält oder daran Mangel leidet, ein Verhalten, worauf wir gleich unten bei der Betrachtung der einzelnen Aschenbestandtheile näher eingehen werden.

Der Mineralsubstanzen, welche in die Pflanze eingehen, sind im Ganzen nur wenige und zwar solcher Art, wie sie besonders häufig in der Natur verbreitet vorkommen, nämlich die Salze der Alkalien und der alkalischen Erden. In allen Pflanzen werden dieselben Aschenbestandtheile gefunden, aber in sehr verschiedenen Mengenverhältnissen. Ich gebe hier eine kurze Uebersicht der Bestandtheile, wie sie nach neueren, im Ganzen zuverlässigen Untersuchungen in den gewöhnlichen Culturpflanzen und in einigen anderen bei uns wildwachsenden Pflanzen gefunden worden sind, wobei ich nur bemerke, daß in den betreffenden Analysen durchgängig die gefundene Kohlensäure in Abzug gebracht worden ist. Freilich wird dadurch eine Unrichtigkeit in den Angaben der absoluten quantitativen Verhältnisse der Aschenbestandtheile veranlaßt; da jedoch die Reduktion auf alle Pflanzen und deren Theile sich bezieht, so bleiben die gefundenen Zahlen wenigstens unter sich vergleichbar. Wollte man die Kohlensäure in Rechnung bringen, wie sie in den Analysen auf direktem Wege bei einer und derselben

Pflanzenasche bald in größerer, bald in geringerer Menge gefunden worden ist, je nachdem die Asche bei höherer oder niedrigerer Temperatur dargestellt oder kürzere oder längere Zeit unter dem Zutritt der Luft aufbewahrt wurde, so würde man in noch größere Irrthümer gerathen und die gefundenen Resultate unter sich weniger vergleichbar sein. Die Menge der Kohlensäure kann genau nur durch Rechnung gefunden werden, indem die basischen Mineralstoffe, welche nicht an Schwefelsäure, Chlor und Phosphorsäure gebunden sind, mit Kohlensäure vereinigt vorhanden sein müssen.

	Kali.	Natron.	Kalk.	Magnesia.	Chlor.	Schwefelsäure.	Phosphorsäure.	Kieselsäure.
Haferkörner	13,5	,,	3,9	8,1	0,5	1,0	15,6	56,0
Geschält	31,6	,,	5,3	8,9	0,2	,,	49,2	1,8
Haferstroh	20,0	2,7	6,8	3,0	5,0	4,3	3,2	52,9
Gerste	20,9	,,	1,7	6,9	,,	,,	34,5	29,1
Gerstenstroh	20,2	3,4	5,1	1;9	,,	3,9	4,0	61,5
Roggen	33,5	,,	3,1	11,4	,,	0,5	47,4	2,3
Roggenstroh	19,5	,,	5,0	1,6	,,	2,3	2,6	66,5
Weizen	30,1	,,	3,0	14,3	,,	1,0	48,3	1,3
Weizenstroh	15,5	3,2	4,5	1,0	,,	1,2	4,1	70,5
Erbsen	43,5	1,4	5,6	8,3	1,5	1,8	39,5	0,5
Erbsenstroh	30,0	2,5	35,4	8,6	5,4	5,2	8,8	4,4
Saubohne	47,4	,,	5,4	9,0	0,7	1,7	35,8	,,
Bohnenstroh	28,6		36,3	7,1	0,3	2,1	12,1	11,3
Wicken	41,9		4,8	8,6	1,2	4,2	38,5	,,
Linsen	48,2		6,3	2,5	4,6	,,	36,3	,,
Buchweizen	28,9		6,7	10,4	,,	2,2	50,2	0,7
Buchweizenstroh	40,8	2,4	19,1	3,0	6,2	3,8	10,7	5,1
Rother Klee	35,5	0,7	32,8	8,4	3,5	3,3	8,4	7,0
Weißer Klee	18,0	6,1	31,3	9,0	4,4	8,3	12,8	5,5
Spergelheu	34,3	5,5	18,0	12,2	7,6	3,2	13,8	1,3
Raps	25,3	0,5	15,3	12,6	,,	0,8	45,7	1,2
Rapsstroh	34,7	3,8	28,0	6,9	6,4	6,3	7,5	4,8
Senfsamen	12,7	5,1	17,3	14,4	1,5	7,2	37,4	2,8
Leinsamen	28,4	1,7	8,4	13,4	0,1	0,1	44,0	0,3
Leinstengel	37,9	4,0	22,3	6,0	3,8	6,6	12,7	2,7
Hanfsamen	18,6	0,9	20,3	10,3	0,1	0,3	37,6	9,7
Hanfstengel	15,7	5,4	44,8	7,6	5,0	4,1	7,2	8,1
Kartoffeln	60,0	,,	2,1	6,3	2,5	7,5	14,5	6,5
Topinambur	55,1	,,	2,8	2,2	2,0	2,7	13,3	16,0
Topinambur-Stengel	48,0	3,3	28,7	2,5	3,1	3,9	3,8	1,9
Topinambur-Blätter	9,0	5,5	54,8	2,8	1,5	2,8	1,2	21,8
Runkelrübe	40,5	16,4	6,2	4,3	11,8	3,5	6,4	7,5
Blätter	34,1	11,3	10,5	8,8	13,4	5,1	7;8	8,0

	Kali.	Natron.	Kalk.	Magnesia.	Chlor.	Schwefelsäure.	Phosphorsäure.	Kieselsäure.
Weiße Rübe	38,5	12,4	11,3	3,1	6,2	14,7	11,2	2,0
Blätter	37,1	4,0	32,1	9,4	1,6	5,0	2,0	7,7
Kohlrübe	26,5	18,8	13,3	3,7	4,5	17,8	10,5	3,1
Blätter	12,5	18,5	30,4	3,0	7,4	11,2	5,3	9,5
Möhren	38,7	18,8	10,2	4,9	4,8	7,7	10,3	1,3
Blätter	8,8	19,1	40,5	3,6	9,3	7,5	2,4	5,7
Weißkraut	52,3	,,	12,7	3,8	5,3	8,3	16,5	0,4
Tabak	23,8	3,0	36,6	10,7	5,4	3,1	4,0	10,5
Krappwurzeln	27,5	8,8	30,2	3,8	13,7	2,2	4,8	5,5
Hopfenblätter	14,6	4,5	49,9	2,4	5,5	5,1	3,6	12,2
Hopfenstengel	28,8	2,9	38,7	4,7	8,6	3,5	6,9	6,1
Kornblume	49,8	,,	18,6	5,5	8,3	3,2	9,2	4,0
Feldkamille	40,0	,,	19,2	4,4	5,1	5,5	11,9	8,2
Aechte Kamille	45,0	,,	19,7	5,7	10,2	5,2	10,7	1,8
Schöllkraut	40,3	,,	27,4	5,9	2,4	2,6	17,6	1,6
Kornrade	32,9	,,	37,0	7,8	5,6	3,0	9,5	3,0
Weinrebe	44,2	3,4	36,0	4,8	0,8	1,8	7,1	1,2
Traubenmost	71,8	1,2	3,4	4,0	0,6	3,7	14,1	1,2
Traubenschalen	41,5	2,1	20,3	6,0	0,6	3,5	19,6	3,5
Traubenkerne	27,8	,,	32,2	8,5	0,3	2,4	27,0	1,0
Olivenholz	20,5	,,	60,8	2,3	0,5	2,8	5,0	3,4
Olivenblätter	24,5	,,	55,7	5,2	1,3	2,7	3,5	4,3
Olivenfrüchte	57,2	,,	15,6	4,3	5,0	1,3	7,2	5,7
Eichenholz	8,4	5,6	75,5	4,5	,,	1,2	3,5	0,8
Eichelsamen	64,6	0,4	6,8	5,6	0,6	2,8	17,1	1,0
Lindenholz	35,8	5,8	29,9	4,2	0,8	5,3	4,9	5,3
Lindenrinde	16,2	5,3	60,8	8,0	1,3	0,8	4,0	2,3
Ulmenholz	21,9	13,7	47,8	7,7	,,	1,3	3,8	3,1
Ulmenrinde	2,2	10,1	72,7	3,2	,,	0,6	1,9	8,8
Kiefernholz	10,5	9,8	46,3	13,5	0,7	3,0	4,5	8,4
Kiefernsamen	22,4	1,3	1,9	15,1	,,	,,	45,9	10,4
Lärchenholz	15,3	7,7	27,1	24,5	0,6	1,7	3,6	3,6
Tannensamen	21,8	7,0	1,5	16,8	0,4	,,	39,6	11,7

Aus dieser übersichtlichen Zusammenstellung der Aschenbestandtheile in den verschiedenen Pflanzen und Pflanzentheilen ergeben sich folgende Thatsachen:

Das **Natron** ist offenbar eine sehr unwesentliche Mineralsubstanz für die Mehrzahl aller Pflanzen; es findet sich entweder gar nicht vor oder tritt doch nur in verhältnißmäßig geringer Quantität auf. Nur bei den rübenartigen und einigen anderen Gewächsen, welche im wilden Zustande wahre Natronpflanzen sind, findet sich dieser Mineralstoff in größerer Menge vor, sowohl in den Rüben selbst wie in den Blättern. Aber auch hier kann offenbar der Natrongehalt durch eine längere Cultur sehr vermindert werden und

scheint sogar nicht selten völlig zu verschwinden und durch Kali ersetzt zu werden und zwar unter Bodenverhältnissen, die keineswegs einen Mangel an Natron voraussetzen lassen, sondern im Gegentheil von dieser Substanz oft mehr enthalten als von Kali, so daß sich ergiebt, daß alle Culturpflanzen ohne Ausnahme ein sehr vorherrschendes Streben haben, Kali in sich aufzunehmen; selbst, wenn sie im wildwachsenden Zustande wahre Sodapflanzen sind, so werden sie dennoch durch die Cultur in Kalipflanzen verwandelt, wobei die Ueppigkeit ihres Wachsthums gewöhnlich im hohen Grade zunimmt. Als Beispiele mögen zwei Analysen der Spargelpflanze dienen, welche von John Herapath ausgeführt worden sind; außerdem theile ich zwei Analysen von Runkelrübenaschen mit, die kalireiche nach Boussingault, die natronreiche nach Way:

	Spargelpflanze		Runkelrübe	
	wilde	cultivirte	1.	2.
Kali	18,8	50,5	48,9	30,1
Natron	16,2	Spur	7,6	34,2
Kalk	28,1	21,3	8,8	3,1
Magnesia	1,5	„	5,5	3,2
Chlor	16,5	8,3	6,5	18,5
Schwefelsäure	9,2	4,5	2,0	3,8
Phosphorsäure	12,8	12,4	7,6	3,5
Kieselsäure	1,0	3,7	10,0	3,0

Wir können von den geringen Natronmengen, welche überall in der Natur das Kali begleiten, ganz absehen und die Gesammtmenge der Alkalien überhaupt ins Auge fassen. Hierbei ergiebt sich nun, daß die Menge der Alkalien in allen Pflanzen und in allen Theilen derselben sehr bedeutend ist: für die Cerealien beträgt dieselbe in der Strohasche durchschnittlich 20 Proc., in der Körnerasche 30 Proc., für die Hülsenfrüchte dagegen in den Körnern 45, im Stroh 30 Proc., in den Futtergewächsen, wie in dem Klee, Spergel und Buchweizenstroh, ungefähr 35 Proc., bei den Oelfrüchten im Samen etwa 25 und im Stroh 40 Proc.; in den Knollengewächsen steigt der Alkaligehalt am höchsten, bei den Rüben auf 50 Proc., bei den Kartoffeln und Topinamburs auf 60 Proc., während die Blätter der ersteren fast 40 Proc. Alkalien in ihrer Asche enthalten und weit reicher an diesem Bestandtheil sind, als die Blätter der Kartoffeln und Topinambur, in welchen nur etwa 15 Proc. gefunden wurden. Bedenkt man, daß das Gewicht des Krautes bei den Kartoffeln im Verhältniß zu dem Gewichte der Knollen nicht sehr beträchtlich ist, und ferner daß die Topinamburstengel ebenfalls sehr reich an Kali (über 50 Proc.) sind, so kann man sehr wohl, den Analysen zufolge, den Gehalt an Alkalien bei allen Hackfrüchten (Wurzeln und Kraut zusammen-

genommen), wohin dann auch die Kohlarten zu rechnen sind, zu 40 bis 50 Proc. in der kohlensäurefreien Asche annehmen. Auch der Tabak, der Hopfen und die in der Tabelle aufgeführten Ackerunkräuter enthalten ziemlich viel Kali, nämlich im Durchschnitt 35 bis 40 Proc. In den perennirenden Gewächsen ist das Kali in dem älteren Holze und in den älteren Blättern in geringster Menge, etwa bis zu 20—25 Proc. vorhanden, dagegen steigt sein Gehalt in dem jungen einjährigen Holze und besonders in den neuen grünen Trieben, von wo aus es sich allmälig in den Früchten und Samen ansammelt. Die ausdauernden Gewächse, welche sehr saftige Früchte tragen, enthalten am meisten Kali in dem Fruchtsafte, selbst bis zu 70 Proc.; in den trocknen, aber stärkemehlreichen Früchten der Eicheln und Kastanien sind noch über 60 Proc. Kali zugegen, in den kleinen Samenkörnern der Laubhölzer meistens gegen 30 und in den Samen der Nadelhölzer endlich nur 20 Proc. Alkali. Wir haben also folgende Vertheilung der Alkalien in den verschiedenen Pflanzen und deren Haupttheilen:

Getreidearten, Stroh	20 Proc.	Knollen	60 Proc.
„ Körner	30 „	Blätter ꝛc. . . .	25 „
Hülsenfrüchte, Stroh	30 „	Rüben	50 „
„ Körner	45 „	Blätter . . .	40 „
Futtergewächse, Klee ꝛc.	35 „	Weißkraut . . .	50 „
Oelfrüchte, Stroh .	40 „	Beerenfrüchte . .	65 „
„ Körner .	25 „	Mehlreiche Früchte .	50 „
		Kleine Samenkörner	
		der Laubhölzer	30 „
		der Nadelhölzer	20 „

Von den alkalischen Erden tritt die **Magnesia** in verhältnißmäßig nur geringer Menge in die Zusammensetzung der Pflanzenaschen ein; mit großer Beständigkeit findet man sie aber in relativ größter Quantität in den Samenaschen angehäuft und hier bei vielen Culturpflanzen fast 10 Proc. der ganzen Asche bildend. In den Hülsenfrüchten enthalten auch die übrigen Pflanzentheile eine fast gleiche Menge, während in dem Stroh der Oelfrüchte der Gehalt im Mittel kaum 5 Proc. beträgt und in allen übrigen Pflanzen und Pflanzentheilen zwischen 2 und 5 Proc. varirt, mit Ausnahme jedoch der Tabak- und zum Theil auch der Rübenblätter, in deren Asche die Magnesia wiederum bis auf 10 Proc. sich erhebt. Auffallend endlich ist die Menge Magnesia (15 bis 25 Proc.) in der Holz- und Samenasche der Nadelhölzer.

Die **Kalkerde** findet sich gewöhnlich in weit größerer Menge in den Pflanzenaschen vor als die Magnesia. Auch der Kalk ist in den Aschen der verschiedenen Pflanzen sehr bedeutenden Schwankungen unterworfen. Die geringsten Mengen Kalk enthalten die Gräser oder die gewöhnlichen Getreide-

pflanzen; man bemerkt hier in der Körnerasche durchschnittlich nur 3 Proc., in dem Stroh 4 bis 8 Proc. Die Hülsenfrüchte oder Blattfrüchte enthalten in ihrer Samenasche ebenfalls nur wenig Kalk, etwa 5 Proc., dagegen ist die Strohasche bei diesen Pflanzen sehr reich an Kalk, indem 33 bis 35 Proc. zugegen sind. In den Wurzelknollen der Hackfrüchte sinkt der Kalkgehalt, namentlich bei den Kartoffeln und Topinambur sehr tief, bis auf 2 Proc., während er in den Rüben noch zwischen 6 und 12 Proc. ausmacht; dagegen ist aber auch das Kraut der zuerst genannten Hackfrüchte sehr reich an Kalk (30 bis 50 Proc.), das der letzteren viel ärmer an diesem Bestandtheil (im Durchschnitt höchstens 15 Proc.). In dem ausgebildeten Holze der perennirenden Gewächse ist der Kalk vor den übrigen Bestandtheilen entschieden vorherrschend und beträgt etwa 50 Proc., ebenso in den älteren Blättern, am höchsten aber steigt der Kalkgehalt in der Rinde, bis 70 Proc. und darüber.

Das Chlor ist ein Bestandtheil der Pflanzenasche, welcher ganz analog dem Natron sich verhält, und mit diesem auch zu steigen und zu fallen scheint. Es läßt sich kaum annehmen, daß das Chlor ein wesentlicher Bestandtheil für die Mehrzahl unserer Culturpflanzen sei, wenigstens ist der Gehalt bei einer und derselben Pflanze höchst wechselnd, zuweilen ist das Chlor in nicht unbedeutender Menge vorhanden und dann wieder bis auf die letzte Spur verschwunden. Dieses sieht man in allen Pflanzen, von denen eine hinreichende Anzahl von zuverlässigen Analysen vorliegen; in der Strohasche der Gerste z. B. fand Way 6 bis 8 Proc. Chlor, während ich kaum eine Spur in derselben nachweisen konnte, obgleich das untersuchte Gerstenstroh auf einem Boden gewachsen war, welchen ich mit einer sehr bedeutenden Quantität Kochsalz gedüngt hatte; so variirt ferner der Chlorgehalt im Erbsen- und Rapsstroh von 0 bis 10 Proc. und darüber, dasselbe habe ich auch im Stroh des Buchweizens gefunden. Nur so viel stellt sich aus den vorliegenden Analysen hinsichtlich des Chlors mit aller Klarheit heraus, daß dieser Körper unter allen Theilen der Pflanze in geringster Menge in den Samenkörnern auftritt, und hier kaum die Höhe von 1 Proc. erreicht; in verhältnißmäßig größerer Quantität dagegen findet sich das Chlor in den Stengeln und Blättern der einjährigen Kräuter und hier wiederum, wie es scheint, durchgängig am meisten in den unteren Theilen der ganzen Pflanze und in den Wurzeln. Bei den perennirenden Gewächsen sind, wie wir gleich unten sehen werden, die jungen grünen Triebe und das saftreiche junge Holz am reichsten an Chlor, welches von hier aus in die Blätter übergeht, während die sich ausbildenden Samen das Chlor nur in sehr geringer Menge aufnehmen, dagegen die Samenhüllen oder Schalen wiederum in der Regel eine nicht unbedeutende Quantität von diesem Aschenbestandtheil enthalten; das ältere ausgebildete

Holz und die Rinde ist sehr arm an Chlor. Ueberhaupt hat es ganz den Anschein, als ob das Chlor in Verbindung mit Alkalien vorzugsweise im Frühjahr in größerer Menge in die Pflanze übergingе, während es später nicht mehr aufgenommen und in den abfallenden Blättern wie auch in den äußeren Fruchthüllen im Herbste dem Erdboden wiederum zugeführt wird. Auffallend wenigstens sehen wir diese Behauptung bestätigt in den später anzuführenden Analysen der Asche der Haferpflanze in den verschiedenen Perioden ihrer Entwicklung.

Die Schwefelsäure ist ohne Zweifel ein wesentlicher Bestandtheil der Pflanzenasche, wenigstens in so weit dieselbe bei der Verbrennung durch die Oxydation des zur Constitution gewisser organischer Körper gehörenden Schwefels entstanden ist. Indessen bildet der Theil der Schwefelsäure, welcher aus den schwefelhaltigen organischen Stoffen entstanden ist, in der Regel die kleinere Hälfte derjenigen Menge, die wir überhaupt in der Pflanzenasche vorfinden. Die größere Hälfte ist oft im oxydirten Zustande in der Pflanze vorhanden in Verbindung mit Mineralbasen, und diese schwefelsauren Salze scheinen sich ganz ähnlich den Chloralkalien zu verhalten, sie werden nämlich vorzugsweise mit der Frühjahrsfeuchtigkeit nebst anderen Mineralstoffen dem Boden entzogen, finden aber in der Pflanze selbst keine weitere Verwendung und werden deshalb mit dem Safte nach den Blättern hingeführt, um mit diesen wiederum von der Pflanze selbst sich abzuscheiden. Ueberall sehen wir die Schwefelsäure in großer Menge im Kraute und hier besonders wieder in den saftigen Blättern angehäuft, wie in den Blättern der Rüben zu 5 bis 10 Proc., ferner findet sie sich in noch größerer Menge in den Wurzeln, vorzugsweise in den knollen- und rübenartigen, sogar bis zu 15 Proc. der ganzen Asche. Das Stroh der meisten Culturpflanzen ist entschieden reicher an Schwefelsäure (im Mittel etwa 3 bis 5 Proc.) als die Samenkörner, welche meistens nur 1 bis 2 Proc. enthalten, die Samen der Hülsenfrüchte etwas mehr als die der Cerealien, am meisten aber die Senfsamen, weil in diesen ein stark schwefelhaltiges Oel sich erzeugt, welches natürlich zu der Bildung von Schwefelsäure bei dem Verbrennen der vegetabilischen Substanz Veranlassung geben muß. Hinsichtlich des Schwefelgehaltes der Samenkörner stelle ich hier die folgenden Angaben zusammen, die sich auf Untersuchungen beziehen, welche direkt mit den unverbrannten Samenkörnern zur Bestimmung des Schwefels ausgeführt worden sind, weil sehr leicht ein Theil desselben, wenn er in chemischer Verbindung mit organischen Substanzen zugegen ist, während des Verbrennens der letzteren sich verflüchtigen kann. Die direkte Bestimmung des Schwefelgehaltes in anderen Theilen der Pflanze hat in physiologischer Hinsicht wenig Interesse, weil hier bei weitem der größte Theil schon in der

frischen Pflanze im oxydirten Zustande zugegen ist und man also nicht bestimmen kann, wie viel von dem gefundenen Schwefel in Verbindung mit den Elementen der organischen Stoffe zugegen war. Dagegen kann man wohl annehmen, daß in den Samenkörnern der Schwefel so gut wie gänzlich im nicht oxydirten Zustand vorhanden ist; nur ist auch hier wiederum zu beachten, daß bei den folgenden Bestimmungen nicht angegeben ist, ob die Samenkörner vor der Untersuchung sorgfältig von ihren Hülsen befreit wurden, indem das Unterlassen dieser Operation zu einem falschen Resultat der Prüfung führen mußte, weil diese Hülsen oft eine nicht unbedeutende Menge Schwefelsäure im schon fertig gebildeten Zustande enthalten.

	Schwefelgehalt im Mittel.	
Kartoffeln, Früchte	0,071	Proc.
Weizen, 0,070; 0,054; 0,051; 0,090; 0,074,	0,068	„
Gerste, 0,066; 0,040	0,053	„
Hafer, 0,125; 0,080	0,103	„
Roggen	0,051	„
Bohnen, 0,071; 0,040	0,056	„
Erbsen, 0,158; 0,098; 0,125	0,127	„
Linsen	0,110	„
Leindotter	0,253	„
Rübsamen	0,700	„
Schwarzer Senf	1,170	„
Weißer Senf	1,050	„

Man sieht also den Schwefelgehalt in den Samenkörnern zunehmen von den Cerealien zu den Hülsenfrüchten und von diesen zu den Oelfrüchten.

In der Phosphorsäure begegnen wir wieder einem sehr wesentlichen Bestandtheil der Pflanzenasche, welcher namentlich in den Früchten und Samenkörnern in größter Menge sich anhäuft. Aus der oben mitgetheilten Uebersicht ergiebt sich, daß die Samen der Cerealien, wenn man die von der Hülse befreiten Gersten- und Haferkörner in Rechnung bringt, alle gleich viel Phosphorsäure, nämlich beinahe 50 Proc. enthalten, die Hülsenfrüchte nehmen nahe an 40 Proc. auf und die Oelfrüchte, wenigstens die wichtigeren, wie Raps und Lein 45 Proc. Die Strohasche der Cerealien und überhaupt der völlig reifen Gräser ist sehr arm an Phosphorsäure, indem diese nur 3 bis 4 Proc. ausmacht, in dem Stroh der Hülsenfrüchte steigt der Gehalt im Mittel bis auf 10 Proc. und hält sich auf dieser Höhe in allen anderen vorzugsweise als Futtermittel verwendeten vegetabilischen Substanzen, so in der Strohasche der Hülsenfrüchte, Kleearten und des Spergels, so auch in den knollen- und rübenartigen Wurzeln; denselben Gehalt endlich bemerkt man in den Stengeln der Oelfrüchte. In dem Holze und in den Blättern der peren-

nirenden Gewächse bemerkt man eine verhältnißmäßig geringe Quantität Phosphorsäure und zwar um so weniger, je älter die betreffenden Pflanzentheile sind. Von den Samen dieser Pflanzen sind die mehlreichen Früchte der Eiche und Kastanie am ärmsten an Phosphorsäure, deren Asche enthält nur etwa 20 Proc., die Kerne der saftigen Früchte führen in ihrer Asche etwa 30 Proc. und die Samen der Nadelhölzer ungefähr 40 Proc. In der Asche der Buchensamen sind, wie in den Eicheln und Kastanien nur 20 Proc. Phosphorsäure gefunden worden.

Die Kieselsäure ist allein in den Gräsern in größerer Quantität angehäuft und zwar nicht in chemischer Verbindung mit anderen Mineralstoffen, sondern im freien Zustande ausgeschieden und der ganzen Pflanze als Mittel dienend, eine größere Festigkeit und Steifheit in allen ihren Theilen, namentlich im Halme zu gewinnen. Die Menge der Kieselsäure in einer und derselben Pflanze wechselt außerordentlich je nach der mehr oder weniger üppigen Entwicklung derselben. Als mittleres Resultat aus sehr zahlreichen Untersuchungen läßt sich jedoch Folgendes für die Getreidearten feststellen. Die Winterhalmfrüchte sind reicher an Kieselsäure als die Sommerhalmfrüchte und von den ersteren enthält die Strohasche des Weizens durchschnittlich 70 Proc., des Roggens reichlich 60 Proc., die Strohasche der Gerste und des Hafers reichlich 50 Proc. Die Gerste und der Hafer enthalten jedoch eine bedeutende Menge Kieselsäure in den die Körner umschließenden Hülsen, so daß, wenn man diese zu derjenigen des Strohes hinzurechnet, die in den letzteren enthaltene Quantität noch um etwas erhöht wird. Als mittleren Kieselgehalt in den Strohaschen sämmtlicher Halmfrüchte kann man annähernd genau 60 Proc. annehmen. In den übrigen Pflanzenfamilien bildet die Kieselsäure einen sehr unwesentlichen und sehr variirenden Bestandtheil; sie wird nebst anderen auflöslichen Mineralsubstanzen aufgenommen und, ohne an den in der Pflanze stattfindenden chemischen Prozessen thätigen Antheil zu nehmen, mit dem Pflanzensafte fortgeführt, um hauptsächlich in den Blättern als überflüssige Substanz sich abzulagern und mit diesen dem Boden wieder zugeführt zu werden. In allen nicht grasartigen Gewächsen enthalten allein die Blätter einigermaßen bedeutende Mengen von Kieselsäure und zwar um so mehr, je älter sie sind, also im Herbste absolut und relativ mehr als im Frühjahr, jedoch beträgt die Quantität auch hier selten mehr als 5 bis 8 Proc. der ganzen Asche, nur einige Pflanzen machen hiervon eine Ausnahme und zwar namentlich solche, deren Blätter sich rauh anfühlen und schon durch diese Eigenschaft meist einen größeren Gehalt an Kieselsäure andeuten, so z. B. die Blätter der Tabak= und der Hopfenpflanze, worin etwa 12 Proc. und noch mehr die Topinamburblätter, in deren Asche über

30 Proc. Kieselsäure vorkommt. Außerdem bemerkt man in der Asche der knollen- und rübenartigen Wurzeln einen zuweilen nicht ganz unbedeutenden Kieselsäuregehalt bis zu 8 oder 10 Proc. und endlich ebenfalls in den äußeren trocknen Hüllen der Samenkerne, so bei dem Hanf z. B. und den Samen der Kiefern und Tannen.

In der obigen Tabelle ist keine Rücksicht genommen auf den Gehalt der Aschen an Eisenoxyd, welches überall in kleinen Mengen die übrigen Bestandtheile begleitet und in der That schon aus dem Grunde wesentlich erscheint, weil das Eisen ein wichtiger Bestandtheil des Blutes ist und also die pflanzenfressenden Thiere diesen Körper nur aus den Vegetabilien in ihren eigenen Organismus aufnehmen können. Auch sprechen die vom Fürsten zu Salm-Horstmar ausgeführten und oben angedeuteten Versuche dafür, daß die Pflanzen allerdings sich nicht vollkommen zu entwickeln vermögen, wenn sie nicht wenigstens eine kleine Quantität Eisen im Boden vorfinden. Jedoch ist der durch die Aschenanalysen gefundene Eisengehalt so unbedeutend, höchstens durchschnittlich etwa 1 Proc., und außerdem noch bei einem und demselben Pflanzentheile so sehr variirend, daß man bis jetzt für das Eisen auch nicht von ferne nur einigermaßen bestimmte Zahlen hinstellen kann und also gar nicht weiß, was man von dem Eisen als wesentlich und was man als zufällig durch Verunreinigung des untersuchten Pflanzenstoffes hinzugekommen anzusehen hat. Das Letztere gilt ebenfalls und zwar in einem noch höheren Grade von dem Manganoxyd und der Thonerde.

Uebersehen wir nochmals die in der Tabelle aufgeführten Zahlen, so stellt sich mit großer Klarheit das interessante Resultat heraus, daß gewisse Pflanzengruppen eine fast ganz gleiche procentische Zusammensetzung in ihrer Asche haben. So zeigen die Körneraschen unserer wichtigsten Getreidearten sämmtlich ganz gleiche quantitative Verhältnisse, wenn man nämlich, wie es geschehen muß, die Asche der geschälten Hafer- und Gerstenkörner mit derjenigen des Roggens und Weizens vergleicht. Ferner ist die Zusammensetzung der Strohaschen der Cerealien quantitativ fast genau dieselbe, vorausgesetzt daß man den Kieselsäuregehalt auf eine mittlere Zahl bei allen Stroharten feststellt. Höchstens macht hier die Phosphorsäure eine Ausnahme, indem diese allerdings im Weizenstroh in etwas größerer Menge auftritt als in den anderen Stroharten; jedoch ist diese Abweichung so unbedeutend, daß dieselbe hier, wo nur von Durchschnittszahlen die Rede ist, ganz außer Acht gelassen werden kann. Ferner bemerken wir ganz deutlich eine Uebereinstimmung in den Aschen der Hülsenfrüchte, sowohl in den Samen, als auch im Stroh, wozu auch der Klee und annähernd auch das Buchweizenstroh und das Spergelheu zu rechnen ist. Auch die Oelfrüchte, wenigstens

der Raps und der Lein haben unter sich eine gleiche Zusammensetzung ihrer Asche, wie nicht weniger die Hackfrüchte, bei welchen jedoch zu unterscheiden ist zwischen knollenartigen und den rübenartigen Wurzelgewächsen. Wir können nun für die Zusammensetzung der Asche bei den einzelnen Pflanzengruppen die folgenden mittleren Zahlenverhältnisse hinstellen, welche fast genau mit den wirklich gefundenen Resulten der Analysen übereinstimmen:

	Alkalien.	Kalk.	Magnesia.	Phosphors.	Kieself.
Halmfrüchte:					
Körner . .	30	3	8	50	„
Stroh . .	20	5	2	3	60
Hülsen- oder Blattfrüchte:					
Samen . .	45	5	8	40	„
Stroh . .	30	35	8	10	8
Oelfrüchte:					
Samen . .	25	15	12	45	„
Stroh . .	40	25	6	10	5
Hackfrüchte:					
knollenartige:					
Wurzeln . .	60	3	5	15	10
Kraut . .	25	40	3	3	20
rübenartige:					
Wurzeln . .	50	10	3	10	5
Blätter . .	40	20	10	5	10

Das hier bei den einzelnen Pflanzen an 100 Theilen Fehlende ist zum großen Theile Chlor und Schwefelsäure, welche als zu sehr variirende Substanzen nicht in Rechnung gebracht worden sind.

In physiologischer Hinsicht bieten die Untersuchungen, welche sich auf die Aschenbestandtheile der verschiedenen Theile einer einzelnen Pflanze beziehen, ein besonders hohes Interesse dar. Diese Untersuchungen verdienen namentlich unsere Aufmerksamkeit, wenn die analysirten vegetabilischen Substanzen von Pflanzen herrühren, die auf einem und demselben Boden gewachsen sind und die Analysen von demselben Chemiker nach einerlei Methode ausgeführt worden sind. Untersuchungen der angeführten Art sind bereits mehrere angestellt worden und die Resultate derselben mögen hier eine nähere Erörterung finden. Norton fand in der Asche der verschiedenen Theile der reifen Pflanze des Hopeton-Hafers folgende Zusammensetzung:

	Körner.	Schalen.	Spreu.	Blätter.	Ob. Stroh.	Mittl. St.	Unt. Stroh.
Kali und Natron	31,6	10,3	8,0	14,9	19,1	21,8	43,2
Kalk	5,3	2,0	6,8	9,5	8,3	8,5	6,5
Magnesia . .	8,7	0,4	1,8	2,6	2,8	2,9	2,1

	Körner.	Schalen.	Spreu.	Blätter.	Ob. Stroh.	Mittl. Str.	Unt. Stroh.
Chlornatrium .	0,4	0,3	5,1	2,3	3,1	3,0	15,4
Schwefelsäure .	„	9,6	5,3	14,8	16,3	18,5	12,3
Phosphorsäure .	49,2	1,0	3,5	3,7	1,5	1,6	0,5
Kieselsäure . .	1,9	72,8	68,1	51,7	48,5	40,5	17,3

Auffallend ist die in diesen Analysen angegebene große Schwefelsäuremenge, welche in anderen Haferpflanzen bei weitem nicht so beträchtlich gefunden wurde. Uebrigens sehen wir diesen, zum Theil wenigstens unwesentlichen Bestandtheil der Pflanzenasche vorzugsweise im Stroh und in den Blättern, weniger in den Samenkörnern auftreten, ein Verhalten, welches bei dem Chlor ebenso deutlich sich zeigt, wobei noch zu bemerken ist, daß der letztere Körper in vorzüglich großer Menge in den unteren Theilen der Pflanze sich vorfindet, in Uebereinstimmung mit anderen Beobachtungen über die Vertheilung des Chlors im vegetabilischen Organismus. Interessant ferner ist das stetige Zunehmen des Kieselsäuregehaltes nach den oberen und äußeren Organen der Pflanze hin, während nur höchst geringe Spuren und vielleicht diese nicht einmal, in den eigentlichen Samenkörnern sich vorfinden. Aus Allem also geht klar hervor, daß die Samenbildung unabhängig von der Gegenwart von Chlorverbindungen, von Kieselerde und zum Theil auch von schwefelsauren Salzen stattfindet.

Als Beispiel einer perennirenden oder Holzpflanze theile ich hier zunächst die von Rowney und Blow ausgeführten Analysen der Aschen von den verschiedenen Theilen des Orangenbaumes mit, wobei zu erwähnen ist, daß die untersuchten Pflanzenstoffe zu derselben Zeit und zwar bei der Fruchtreife vom Baume genommen wurden, und daß Wurzel, Stamm und Blätter völlig ausgebildet waren und also im letzten Stadium ihrer Entwicklung sich befanden:

	Wurzel.	Stamm.	Blätter.	Frucht.	Samen.
Kali	15,4	11,7	16,5	36,4	40,3
Natron . . .	4,5	3,0	1,7	11,4	0,9
Kalk	49,9	55,1	56,4	24,5	18,9
Magnesia . . .	6,9	6,3	5,7	8,1	8,7
Chlornatrium .	1,2	0,3	6,7	3,9	0,8
Schwefelsäure .	5,8	4,6	4,4	3,7	5,1
Phosphorsäure .	13,5	17,1	3,3	11,1	23,3
Kieselsäure . .	1,8	1,2	4,8	0,4	1,1

Zur Vergleichung mögen hier die noch ausführlicheren Analysen dienen, welche ich mit den Aschen der verschiedenen Theile des Roßkastanien-

baumes anzustellen Gelegenheit gehabt habe. Holz, Blätter und Rinde sind zur Zeit der Blüthe, also im ersten Frühjahr vom Baume genommen worden und es beziehen sich daher die Analysen auf vegetabilische Substanzen, welche im jungen und saftreichen Zustande sich befanden.

	Rinde.	Holz.	Blattstengel.	Blätter.	Blüthenstengel.	Kelchtheile.
Kali	6,4	17,6	20,0	21,2	57,3	58,6
Kalkerde	76,8	42,9	21,7	29,3	9,3	12,3
Magnesia	1,7	5,0	3,0	2,6	1,3	5,9
Chlorkalium	5,9	12,8	25,7	10,6	10,1	5,0
Schwefelsäure	Spur	Spur	3,8	9,1	3,5	Spur
Phosphorsäure	6,0	19,2	14,8	22,4	17,1	16,6
Kieselsäure	1,1	2,6	1,0	4,9	0,7	1,7

	Staubfäden.	Blumenblätter.	Grüne Früchte.	Reife Früchte. 1. Kern.	2. Grüne Schale.	3. Braune Schale.
Kali	57,1	56,2	52,4	59,1	63,0	47,4
Kalkerde	13,8	18,6	9,8	11,5	8,6	16,4
Magnesia	3,1	3,8	2,4	0,6	1,1	2,4
Chlorkalium	5,8	7,9	10,0	4,2	20,5	10,9
Schwefelsäure	Spur	Spur	3,7	1,7	1,0	3,6
Phosphorsäure	19,5	17,0	20,8	22,8	5,3	18,6
Kieselsäure	0,7	1,5	0,9	0,2	0,6	0,8

Die zuletzt mitgetheilten Analysen geben noch interessantere Aufschlüsse, wenn man die Aschenbestandtheile nach ihrer Löslichkeit und Unlöslichkeit in Wasser zusammenstellt, wie die direkte Untersuchung die procentischen Verhältnisse für beide Klassen von Mineralsubstanzen ergeben hat:

1. In Wasser unlösliche Theile.

	Rinde.	Holz.	Blattstengel.	Blätter.	Blüthenstengel.	Kelchtheile.
Kalkerde	53,8	46,1	44,4	42,3	40,6	34,8
Magnesia	1,2	5,2	6,2	3,8	5,7	16,7
Phosphorsäure	4,2	20,6	30,3	32,4	42,7	33,1
Kohlensäure	40,0	25,3	16,9	14,5	7,8	10,7
Kieselsäure	0,8	2,8	2,1	7,1	3,1	4,8
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

2. In Wasser auflösliche Theile.

	Rinde.	Holz.	Blattstengel.	Blätter.	Blüthenstengel.	Kelchtheile.
Kali	46,4	45,7	42,0	46,4	58,1	62,8
Chlorkalium	32,0	32,8	36,0	23,3	11,0	5,3
Schwefelsäure	,,	,,	5,3	19,9	3,6	,,
Phosphorsäure	,,	,,	,,	,,	7,4	5,4
Kohlensäure	21,6	21,4	16,7	10,4	19,9	26,5
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

3. Verhältniß der löslichen und unlöslichen Theile.

	Rinde.	Holz.	Blattstengel.	Blätter.	Blüthenstengel.	Kelchtheile.
Unlösliche Theile .	88,7	70,8	40,6	60,2	18,8	27,3
Auflösliche „ .	11,3	29,2	59,4	39,8	81,2	72,7
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

1. In Wasser unlösliche Theile.

	Staubfäden.	Blumenblätter.	Grüne Früchte.	Reife Früchte. 1. Kern.	2. Grüne Schale.	3. Braune Schale.
Kalkerde	38,9	38,4	37,6	44,6	44,2	43,4
Magnesia . . .	8,7	10,8	9,0	2,3	5,9	6,2
Phosphorsäure .	37,4	34,9	41,7	44,3	27,2	30,2
Kohlensäure . .	12,9	11,8	8,7	8,1	19,8	18,0
Kieselsäure . .	2,1	4,1	3,0	0,7	3,0	2,2
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

2. In Wasser auflösliche Theile.

	Staubfäden.	Blumenblätter.	Grüne Früchte.	Reife Früchte. 1. Kern.	2. Grüne Schale.	3. Braune Schale.
Kali	62,1	61,1	56,8	61,6	55,6	54,7
Chlorkalium . .	6,4	8,6	10,9	4,4	18,1	13,1
Schwefelsäure . .	„	„	4,0	1,7	0,9	4,3
Phosphorsäure .	6,8	5,0	10,6	11,9	„	8,7
Kohlensäure . .	24,8	25,4	17,8	20,4	25,4	19,3
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

3. Verhältniß der unlöslichen und auflöslichen Theile.

	Staubfäden.	Blumenblätter.	Grüne Früchte.	Reife Früchte. 1. Kern.	2. Grüne Schale.	3. Braune Schale.
Unlösliche Theile .	27,8	27,8	22,2	21,2	14,6	31,1
Auflösliche „ .	72,2	72,2	77,8	78,8	85,4	68,8
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

In der so eben mitgetheilten Uebersicht ist die Kohlensäure nicht in Abzug gebracht worden, wie es oben geschehen mußte, um die hier zusammengestellten analytischen Resultate mit den früher erwähnten vergleichbar zu machen. Man sieht nun, daß die in Wasser auflöslichen auf 100 Theile berechneten Substanzen in ihren quantitativen Verhältnissen in der Rindenasche ganz genau dieselben sind, wie in der Asche des jungen Holzes. Auch die procentische Zusammensetzung der in Wasser unlöslichen Theile wird bei beiden Pflanzenaschen genau übereinstimmend, wenn man von den bei der Rinde direkt gefundenen Resultaten 80 Proc. kohlensauren Kalk in Abzug bringt und die übrig bleibenden Stoffe wiederum auf 100 Theile berechnet;

man erhält dann für die in Wasser unlöslichen Mineralkörper folgende Zusammensetzung:

Kalkerde	45,0 Proc.
Magnesia	6,0 „
Phosphorsäure	21,1 „
Kohlensäure	24,1 „
Kieselsäure	3,8 „
	100,0 Proc.

In Wasser unlösliche Theile der Asche	61,0 Proc.
In Wasser auflösliche Theile der Asche	39,0 „
	100,0 Proc.

Also dieselbe Zusammensetzung wie in der Asche des jungen Holzes, nur mit dem Unterschiede, daß hier die Gesammtmasse der in Wasser auflöslichen Stoffe eine etwas größere ist, als bei dem Holze. Die Rinde für sich im saftlosen und reinen Zustande enthält in ihrer Asche fast ausschließlich kohlensauren Kalk, der als solcher oder als eine Verbindung des Kalkes mit einer organischen Substanz aus dem Pflanzensafte bei der allmäligen Bildung der Rinde sich ausscheidet, während der Saft reicher an Alkalien in die oberen grünen Theile des Baumes sich ergießt. Die Rinde hat die Function, den überflüssigen Kalk aus dem Pflanzensafte zu entfernen, damit die zurückbleibenden alkalischen Salze und der phosphorsaure Kalk um so thätiger an den in anderen Theilen auftretenden Prozessen Antheil nehmen können.

Ein Blick auf die obigen Tabellen zeigt die Vertheilung der Mineralstoffe in den verschiedenen Organen der Pflanze. Man bemerkt sofort, daß bei der Berechnung der in Wasser löslichen und unlöslichen Stoffe auf 100 Theile, der procentische Gehalt an Mineralbasen bei allen hier untersuchten Pflanzenaschen fast genau derselbe wird, wenn man zu dem Kalke die Magnesia hinzufügt und die ganze Menge des Kali in Rechnung zieht. Die relative Menge der Basen bleibt stets unverändert in den obersten Theilen der Pflanze, nur in den Säuren findet eine Umsetzung statt, so daß Chlor und Schwefelsäure in den Blatttheilen bei den auflöslichen alkalischen Verbindungen vorherrschen, dagegen die kohlensauren Alkalien vorzugsweise in den Aschen der Blüthen- und Fruchttheile sich anhäufen. Ferner findet man den phosphorsauren Kalk relativ ziemlich gleichmäßig in den hier untersuchten Blatt-, Blüthen- und Fruchttheilen vertheilt, nur in der eigentlichen Kernsubstanz der Frucht etwas an Menge zunehmend, dagegen in der äußeren grünen Schale in geringerer Quantität vorhanden, indem hier der kohlensaure Kalk den phosphorsauren theilweise ersetzt. Offenbar erfolgt bei der Entwicklung der Frucht eine Umsetzung zwischen den Bestandtheilen des phosphorsauren

Kalkes und des kohlensauren Kali's, eine Umsetzung, welche schon in den Blüthenstengeln beginnt und während der Fruchtbildung fortdauernd zunimmt. In keinem anderen Theile der Pflanze, außer in den Blüthen- und Fruchttheilen enthält die Asche phosphorsaures Kali und auch in den Früchten zieht sich die ganze Menge desselben in den innern Kern hinein, während die äußere Schale frei von dieser Verbindung ist und überhaupt nur sehr wenig Phosphorsäure enthält. Während nun aber die relativen Mengen der Mineralbasen überall dieselben bleiben, so sind die absoluten Quantitäten doch außerordentlich verschieden, weil eben das gegenseitige Verhältniß zwischen den auflöslichen und unlöslichen Salzen großem Wechsel unterworfen ist. Den obigen Angaben zufolge ist nämlich dieses Verhältniß in dem zwischen Holz und Rinde sich fortbewegenden Safte = 4 : 6, in dem jungen Holze selbst = 3 : 7, in den Blattstengeln = 6 : 4, in den Blättern wiederum = 4 : 6, in den Blüthenstengeln = 9 : 2, in den Kelchtheilen, Staubfäden und Blumenblättern = 8 : 3, in den unreifen jungen Früchten und den inneren Kernen der reifen Früchte = 7 : 2, in der äußeren grünen Schale der Früchte = 9 : 2.

Die hier für die verschiedenen Theile des Roßkastanienbaumes angegebenen Verhältnisse werden wahrscheinlich ganz ähnlich auch bei anderen Bäumen und Gesträuchen vorhanden sein, wenigstens wenn man die Theile der letzteren zu derselben Vegetationsperiode untersucht. Die oben mitgetheilten Analysen, welche auf die Theile des Orangenbaumes sich beziehen, beweisen dies zur Genüge, die Verhältnisse sind ganz ähnlich, nur ist der Kalkgehalt des Holzes und der Blätter beträchtlich größer, theils aus Ursachen, welche in der Species der Pflanze liegen mögen, theils aber auch weil hier ältere und schon mehr entwickelte Pflanzenstoffe untersucht wurden, welche überall eine größere Quantität an unlöslichen Mineralverbindungen, namentlich an Kalksalzen enthalten, als die jüngeren. Diese überall bestätigt gefundene Thatsache ist eine natürliche Folge von den in der Frucht fortwährend mit immer größerer Energie auftretenden Prozessen, welche eine vermehrte Anziehung von Phosphorsäure und von pflanzensaurem Kali bewirken, während die Kalkerde, Kieselsäure und die schwefelsauren wie Chlor-Alkalien zum größten Theile, als nicht weiter verwendbare Substanzen in die Rinde und die Blätter übergehen.

Auch bei den einjährigen Pflanzen findet man wahrscheinlich eine analoge Vertheilung der Mineralstoffe, wie sie hier für den Roßkastanienbaum nachgewiesen ist. Die oben erwähnten Analysen der Asche der Haferpflanze bestätigen diese Behauptung. In den Gräsern verhält sich die Kieselerde zum Theil ähnlich wie die kohlensaure Kalkerde in den perennirenden Ge-

wachsen, indem jene nach und nach vollständig aus dem Safte sich ausscheidet, in den äußeren Schichten des Halmes und in den Blättern im festen Zustande, mit dem Fortschreiten der Vegetation in zunehmender Menge sich ablagert und durchaus nicht in das Innere des eigentlichen Samenkorns eintritt.

Die Veränderungen, welche in der procentischen Zusammensetzung der Asche während der allmäligen Entwickelung der Pflanze stattfinden, zeigen für den Hafer auf sehr deutliche Weise die folgenden Analysen, welche der umfassenden und reichhaltigen Untersuchung Norton's entlehnt sind:

1. Blätter des unreifen Hafers.

	4. Juni.	11. Juni.	18. Juni.	25. Juni.	2. Juli.	9. Juli.	16. Juli.
Kali und Natron . .	24,6	23,5	26,2	28,1	18,8	16,1	18,4
Chlornatrium . . .	16,3	13,5	11,3	7,6	7,9	4,1	0,3
Kalk	8,4	7,2	7,3	6,7	6,9	5,9	5,1
Magnesia	5,3	3,1	3,5	3,1	2,4	2,4	1,6
Schwefelsäure . . .	11,7	12,9	10,6	7,9	9,5	6,5	13,1
Phosphorsäure . . .	16,2	10,6	10,1	8,8	6,9	6,4	2,9
Kieselsäure	16,6	28,5	30,3	36,5	47,6	58,3	58,2

2. Halme des unreifen Hafers.

	4. Juni.	11. Juni.	18. Juni.	25. Juni.	2. Juli.	9. Juli.	16. Juli.
Kali und Natron . .	24,9	21,5	26,5	28,9	36,3	30,1	42,4
Chlornatrium . . .	32,7	34,7	24,9	24,6	11,6	17,8	4,5
Kalk	2,4	4,2	3,7	2,4	2,6	1,6	4,1
Magnesia	0,9	3,2	2,2	2,6	1,2	2,3	1,5
Schwefelsäure . . .	6,2	7,8	8,5	4,9	8,0	9,1	7,8
Phosphorsäure . . .	16,2	14,0	12,6	7,8	2,2	5,6	6,3
Kieselsäure	16,3	14,3	20,4	28,1	36,6	32,4	34,9

3. Unreife und ungeschälte Körner des Hafers.

	2. Juli.	9. Juli.	16. Juli.
Kali und Natron .	32,9	31,3	31,4
Chlornatrium . .	10,4	8,1	0,6
Kalk	2,7	5,4	6,8
Magnesia . . .	3,4	4,5	2,9
Schwefelsäure . .	10,4	12,8	16,4
Phosphorsäure . .	14,0	20,1	15,2
Kieselsäure . . .	24,4	17,1	26,1

Während der drei Wochen, vom 25. Juni bis zum 16. Juli erreichte der Hafer seine volle Größe, war jedoch noch ganz grün und das Korn hatte sich kaum gebildet. Der procentische Gehalt an Kieselsäure nimmt in den Blättern und Halmen fortwährend zu und damit die relative Menge der übrigen Bestandtheile ab. Diese regelmäßige Verminderung bemerkt man in

den Halmen ganz deutlich bei den Alkalien, wenn man das Natron aus dem Chlornatrium der übrigen Quantität der Alkalien hinzufügt, ebenso bei der Phosphorsäure, jedoch steht in beiden Fällen diese Verminderung mit der Zunahme der Kieselsäure nicht in einem einfachen Verhältnisse, die erstere ist bedeutender, als sie im Verhältniß zu der letzteren hätte sein dürfen. Dagegen ist bei den alkalischen Erden mit der Entwicklung der Pflanze den Procenten nach zwar auch eine Verminderung bemerkbar, diese ist aber nicht so groß, als sie hätte sein müssen, wenn dieselbe einfach durch die Zunahme der Kieselsäure erklärt werden sollte. Mit anderen Worten, die relative Menge der Alkalien und der Phosphorsäure nimmt mit der Entwickelung der Pflanze in den Halmen ab, die der alkalischen Erden dagegen zu, ein Verhältniß, welches sich noch deutlicher herausstellt, wenn man die früher erwähnte Analyse der Halmasche der reifen Haferpflanze mit den hier mitgetheilten vergleicht. In den Blättern bemerkt man keine Abnahme des Gehaltes an Alkalien, wenigstens nur insoweit, als sie durch die Zunahme der procentischen Menge der Kieselsäure erklärt wird; die relative und absolute Menge der alkalischen Erden nimmt jedoch ganz entschieden mit der Entwicklung der Pflanze auch hier zu und noch auffallender vermindert sich die der Phosphorsäure. Wenn man die Aschenbestandtheile der reifen Haferkörner mit denen der unreifen zusammenstellt, so bemerkt man sehr deutlich, daß die Alkalien anfangs in besonders großer Quantität in die sich bildenden Samenkörner eintreten und daß erst später die Menge der Phosphorsäure zunimmt und zuletzt die der Alkalien weit übertrifft, während in den ersteren Perioden der Entwicklung des Samenkornes das Verhältniß gerade ein umgekehrtes ist. Zu erwähnen ist hier ebenfalls, daß die Phosphorsäure in der ganz jungen Pflanze theilweise an Kali gebunden ist und in dieser Verbindung aus dem Samenkorne hervortritt, dagegen sehr bald vollständig mit Kalkerde sich vereinigt und erst bei der Samenbildung wiederum an das Kali tritt, während dann die abgeschiedene Kalkerde in dem Halme zurückbleibt oder in die Blätter übergeht.

Interessant ist auch das Verhalten des Chlors und der Schwefelsäure. Das Chlor ist in der ganz jungen Pflanze in sehr bedeutender Menge zugegen, später nimmt aber der procentische Gehalt an diesem Bestandtheil regelmäßig ab, so daß, wenn die Pflanze ihre völlige normale Größe erreicht hat, dieser Gehalt nur noch ein unbeträchtlicher ist. Es wird hierdurch bewiesen, daß das Chlor allein von der ganz jungen Pflanze dem Erdboden entzogen und vielleicht an der Keim- und Knospenbildung thätigen Antheil nimmt, später jedoch als weiter nicht verwendbar in dem Erdboden zurückbleibt oder doch wenigstens nicht mehr aus den Wurzeln oder den untersten Theilen der

Pflanze, wie die übrigen Mineralstoffe, mit dem Pflanzensafte in die Höhe steigt. Die Schwefelsäure scheint sich, wenigstens bei dem Hafer, procentisch fast ganz gleichmäßig in alle Theile der Pflanze zu verbreiten, nämlich so lange, als die Pflanze noch an Größe und Höhe zunimmt, bis kurz nach der Blüthe, wenn die Samenkörner deutlich sich auszubilden anfangen. Bis zum 9. Juli bemerkt man in den Blättern der Haferpflanze eine Verminderung des procentischen Schwefelsäuregehaltes oder ein völliges Gleichbleiben des letztern, wenn man die Kieselsäure in Abzug bringt und die übrigen Bestandtheile wiederum auf 100 Theile berechnet. Mit dem 16. Juli, also schon 8 Tage später, ist eine plötzliche und sehr auffallende Vermehrung in der Schwefelsäuremenge eingetreten, welche noch deutlicher in den Blättern der ganz reifen Haferpflanze sich ausspricht, und nicht allein in der Blätterasche, sondern auch in der Halmasche sich sehr bemerkbar macht. In den Körnern ferner sehen wir in den ersten Perioden ihrer Entwicklung die Schwefelsäure in beträchtlicher Menge auftreten, der procentische Gehalt nimmt aber sehr schnell ab, so wie die Körner dem Zustande ihrer Reife sich nähern; in der von Norton mitgetheilten Analyse (vergl. S. 132) der reifen und von ihren Hülsen befreiten Körner ist sogar keine Spur von Schwefelsäure angegeben, vollkommen kann aber der Schwefelgehalt nie verschwinden, weil die im reifen Hafer befindlichen organischen Substanzen nothwendig eine gewisse Menge von Schwefel zu ihrer Zusammensetzung bedürfen, obgleich die größte Menge, ja vielleicht die ganze Quantität des Schwefels, welche im oxydirten Zustande, also als Schwefelsäure in dem sich ausbildenden Samenkorn zugegen ist, nach und nach aus diesem sich ausscheidet und in den das Korn umschließenden Hülsen zurückbleibt.

Die so eben angedeuteten Thatsachen sind besonders deutlich, wenn man die einzelnen Bestandtheile nach ihren Mengenverhältnissen in Bezug auf 100 Theile der getrockneten vegetabilischen Substanzen zusammenstellt, wie in der folgenden Tabelle geschehen ist:

Halme.		Alkalien.	Kalk.	Magnesia.	Chlor.	Schwefelsäure.	Phosphorsäure.	Kieselsäure.
d. 11. Juni		3,96	0,42	0,32	2,07	0,77	1,38	1,41
d. 16. Juli		3,58	0,33	0,12	0,21	0,63	0,50	2,79
d. 3. Sept.	Ob. Halm	1,05	0,42	0,14	0,11	0,82	0,08	2,43
	Mittl. „	1,40	0,52	0,18	0,12	1,13	0,10	2,47
	Unt. „	2,73	0,35	0,11	0,49	0,65	0,03	0,92
Blätter.								
d. 11. Juni		3,31	0,78	0,34	0,98	1,39	1,04	3,06
d. 16. Juli		2,37	0,64	0,20	0,03	1,65	0,37	7,33
d. 3. Sept.		3,38	1,99	0,54	0,30	3,09	0,77	10,81

Spreu.	Alkalien.	Kalk.	Magnesia.	Chlor.	Schwefelsäure.	Phosphorsäure.	Kieselsäure.
d. 16. Juli . . .	0,99	0,22	0,19	0,08	0,60	0,44	3,38
d. 3. Sept. . . .	2,94	1,87	0,50	0,88	1,46	0,96	18,73
Körner.							
Ungeschält, d. 16. Juli	1,06	0,23	0,10	0,01	0,56	0,52	0,89
Geschält, d. 3. Sept. .	0,67	0,11	0,18	0,01	0,56	1,03	0,04

Diese Uebersicht würde ein noch höheres Interesse haben, wenn zugleich auf die Gewichte der einzelnen Theile der Haferpflanze, also der Blätter, des Halms ꝛc., hätte Rücksicht genommen werden können, weil nur dann der absolute Gehalt an einzelnen Mineralstoffen in den verschiedenen Theilen der Pflanze in allen Perioden ihrer Entwicklung festgestellt werden kann. Derartige Untersuchungen liefern wichtige Beiträge zu der Lehre von der Erschöpfung des Bodens durch den Anbau der ökonomischen Pflanzen in deren verschiedenen Perioden der Vegetation; ich werde daher später auf die Betrachtung der im Obigen mitgetheilten Analysen zurückkommen und dann im Zusammenhange mit anderen Untersuchungen und Beobachtungen noch auf die Resultate einiger in neuester Zeit ausgeführter Analysen der Asche von mehreren Culturpflanzen aufmerksam machen.

Es sind von Staffel Analysen ausgeführt worden, von der Asche einiger Theile des Roßkastanienbaumes, welche mit den betreffenden von mir mitgetheilten Untersuchungen zusammengestellt für die verschiedenen Entwicklungsperioden des Holzes und der Rinde folgende Reihe geben:

	Wolff.	Staffel.			Wolff.
	Blüthenstengel.	Grüne Frühjahrstriebe.	Holzsubstanz der grünen Triebe.	Junges Holz im Herbste.	Vorjähriges Holz im Frühj.
Chlorkalium .	10,1	10,1	10,5	3,0	12,8
Kali . . .	57,3	56,5	57,6	17,5	17,6
Kalkerde . .	9,3	7,3	5,9	51,0	42,9
Magnesia . .	1,3	4,2	4,1	5,2	5,0
Phosphorsäure	17,1	19,2	19,0	21,9	19,2
Schwefelsäure	3,5	0,5	0,8	„	„
Kieselsäure .	0,7	1,4	1,8	0,7	2,6

	Staffel.		Wolff.
	Rindensubstanz der grünen Triebe.	Junge Rinde im Herbste.	Vorjährige Rinde im Frühjahr.
Chlorkalium . . .	9,6	2,5	5,9
Kali	55,0	22,5	8,4
Kalkerde	9,2	61,3	76,8
Magnesia	4,4	4,0	1,7
Phosphorsäure . .	19,5	7,0	6,1
Schwefelsäure . . .	„	1,0	„
Kieselsäure	0,7	1,1	1,1

Man sieht, daß die von Staffel untersuchten Frühjahrstriebe fast ganz genau dieselben Verhältnisse in ihren Aschenbestandtheilen zeigen, wie die von mir geprüften Blüthenstengel, wie es in der That der Fall sein muß, da die Blüthenstengel unmittelbar die Fortsetzung von jenen Frühlingstrieben bilden; der einzige Unterschied besteht darin, daß in den Blüthenstengeln eine etwas größere Menge von Schwefelsäure enthalten ist, welche zu dieser Zeit schon in die äußersten Theile der Pflanze sich gezogen hat. Im Herbste hat das neu gebildete Holz den größten Theil seiner leicht auflöslichen alkalischen Bestandtheile verloren; die procentische Zusammensetzung der ganzen Asche scheint von nun an ziemlich unverändert zu bleiben, wenigstens ist sie in demselben Pflanzentheile im folgenden Frühjahr fast genau dieselbe geblieben, mit alleiniger Ausnahme des Chlorkaliums, dessen größerer Gehalt in den von mir untersuchten Theilen des Roßkastanienbaumes sich aus dem Standorte des Baumes erklärt, da dieser einen sehr großen Gehalt des Bodens an alkalischen Verbindungen des Chlors und der Schwefelsäure voraussetzen ließ. In der Rinde ist bei seiner Ausbildung eine rasche und sehr bedeutende Zunahme im Kalkgehalte zu beobachten, während auf der anderen Seite das Kali und die Phosphorsäure fast vollständig verschwinden; es erklärt sich dieses Verhalten aus der fortdauernden Ablagerung des Kalkes in der Rinde und durch die Auflösung und Fortführung der übrigen Bestandtheile im Pflanzensafte.

Fast dieselben Folgerungen ergeben sich aus einer Untersuchung, welche Reichardt über die Aschenbestandtheile der einzelnen Organe der Weide (Salix vitellina) angestellt hat. Auch bei dieser Pflanze sind die jüngeren Organe im Frühling besonders reich an unorganischen Stoffen überhaupt, an löslichen Salzen der Alkalien insbesondere, während später, im Herbste namentlich, der kohlensaure Kalk in der Asche in größerer Menge gefunden wird. Auch bei der Weide finden sich die unorganischen Bestandtheile im Herbste, also zu Ende der jährlichen Vegetationsperiode, auffallend in den Blättern und der Rinde, also in den äußeren Organen der Pflanze angehäuft, in denjenigen Organen, welche zu Ende der Vegetationsperiode abfallen oder am Baume selbst absterben. Das Blatt und die Frucht und nach längerer Zeit auch die Rinde haben daher die Bestimmung, die Pflanze gleichsam von den überflüssigen oder überflüssig gewordenen Stoffen zu befreien, während das fertig gebildete Holz im Laufe der jährlichen Vegetation hinsichtlich seiner Bestandtheile nicht wesentlich sich verändert.

Es ist oben nachgewiesen worden, daß die Gesammtmenge der Asche in den Pflanzen und deren einzelnen Theilen nach den Varietäten, weit mehr aber nach den Boden- und namentlich Düngungsverhältnissen mannichfachen Abweichungen unterworfen ist. Dasselbe ist auch hinsichtlich der

einzelnen Aschenbestandtheile der Fall. Diese Abweichungen sind in den trocknen Samenkörnern der einzelnen Pflanzen und Pflanzenfamilien weit weniger bedeutend, als in allen saftigen Theilen, ganz besonders in dem Stroh oder Kraute der einjährigen Pflanzen. In den Gräsern ist es ganz besonders die Kieselsäure, welche in ihren Mengenverhältnissen bedeutend variirt, in den übrigen Kräutern ist es vorzugsweise das Chlor und die Schwefelsäure. Wir werfen hier zunächst einen Blick auf die folgenden Analysen vom Erbsenstroh, die in neuester Zeit von bewährten Chemikern ausgeführt wurden, und die sich auf Pflanzen beziehen, welche aus demselben Samen gezogen, aber auf sehr verschiedenem Boden gewachsen waren:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Kali	22,3	13,3	16,1	35,9	37,5	30,0	30,0
Natron	1,2	5,4	3,2	1,7	1,7	5,9	0,2
Kalk	47,1	41,5	33,0	17,3	21,0	36,7	46,1
Magnesia . . .	10,8	5,3	4,5	3,3	4,3	4,3	5,9
Chlor	3,8	8,5	2,4	16,2	14,8	2,2	3,7
Schwefelsäure . .	3,6	8,9	4,4	7,0	7,2	1,8	3,2
Phosphorsäure .	7,4	9,9	12,0	8,4	7,6	15,4	7,8
Kieselsäure . . .	5,2	5,8	21,4	9,8	8,3	2,6	2,2

Aehnliche Verschiedenheiten in der Zusammensetzung der Asche sind bei allen Stroh-, Wurzel- und Blätterarten aufgefunden worden, die an verschiedenen Orten und unter verschiedenen äußeren Umständen gewachsen waren. Freilich läßt sich nicht läugnen, daß diese Abweichungen in der Regel geringer ausfallen, wenn sämmtliche Analysen von einem und demselben Chemiker und nach einerlei Methode ausgeführt worden sind, zum Beweise, daß dieselben zum Theile wenigstens in der Anwendung einer mehr oder weniger zuverlässigen Methode der Analyse ihren Grund haben mögen; außerdem ist zu erwähnen, daß bei einem Material, wie z. B. Erbsenstroh, schon aus dem Grunde große Abweichungen eintreten müssen, weil das Gewichtsverhältniß der Blätter zu den Stengeln nicht allenthalben dasselbe war und ganz besonders natürlich, wenn die untersuchte Substanz nicht ganz rein und frei von allen Beimengungen gewesen ist. Indessen steht doch so viel fest, daß Verschiedenheiten in der Zusammensetzung der Asche einer und derselben Pflanze wirklich existiren. Beispiele können viele angeführt werden, die folgenden mögen genügen. Norton hat z. B. die Blätter verschiedener Haferarten untersucht:

	Hopeton-Hafer.		Sandhafer.
	Leichter Lehmboden.	Moorboden.	Sandiger Lehmboden.
In Wasser lösliche Salze, besonders Sulfate und Chloride . . .	36,8	56,5	45,8
Phosphorsaurer Kalk u. Magnesia	7,2	3,7	1,0
Kalk und Magnesia	10,2	1,3	3,3
Kieselsäure	45,8	38,5	50,0

Ebenso die Spreu des Hafers:

	Hopeton-Hafer.		Kartoffel-hafer.	Brauner Hafer.
	1. Leichter Lehmboden.	2. Armer Moorboden.	Sandboden.	Lehmboden.
Lösliche Salze, besonders Sulfate und Chloride	35,0	34,1	19,9	18,7
Phosphorsaurer Kalk und Magnesia	4,3	8,7	2,3	2,4
Kalk und Magnesia	4,0	7,1	7,0	4,4
Kieselsäure	56,7	50,0	70,9	74,5

Die folgenden Analysen sind von John Herapath ausgeführt worden, sie beziehen sich auf fünf verschiedene Kartoffelarten, die sämmtlich auf denselben Boden und unter ganz gleichen Verhältnissen gewachsen sind:

	1.	2.	3.	4.	5.
Kali	69,7	65,8	70,6	70,0	62,1
Chlornatrium . .	Spur	Spur	Spur	Spur	2,5
Kalk	3,0	1,8	5,0	5,0	3,3
Magnesia . . .	6,5	5,5	5,0	2,1	3,5
Schwefelsäure . .	3,6	6,0	4,3	7,5	7,9
Phosphorsäure . .	17,2	20,8	14,9	14,4	20,7
Kieselsäure . . .	Spur	Spur	0,2	Spur	Spur
Aschengehalt der frischen Substanz	1,30	1,06	1,27	1,10	0,88
Aschengehalt der trocknen Substanz	4,82	3,63	4,36	3,46	3,98

Andere Analysen, von Schulz-Fleeth ausgeführt, haben in der Asche verschiedener Kartoffelsorten besonders große Mengen von Chlorkalium ergeben, welche Verbindung von Herapath als Bestandtheil der Kartoffelasche gar nicht genannt wird:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Kali	57,5	55,3	51,7	63,1	65,0	53,1	65,9
Chlorkalium	18,3	15,2	17,5	8,1	6,3	3,9	12,2
Chlornatrium	0,5	1,2	1,5	0,3	0,7	1,3	0,1
Eisenoxyd	0.4	0,3	0,5	0,4	0,5	2,4	0,6
Kalkerde	0,9	1,0	1,1	0,5	1,6	3,5	1,3
Magnesia	2,5	4,6	4,2	4,6	3,3	3,9	4,0

		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Phosphorsäure		16,7	18,4	15,8	20,4	19,1	25,5	15,0
Schwefelsäure		2,7	3,0	6,5	2,4	2,9	5,0	0,4
Kieselsäure		0,5	1,0	1,3	0,3	0,6	1,5	0,5
Aschen-gehalt	der frischen Substanz	1,23	1,00	0,99	1,19	1,01	0,55	1,05
	der trocknen Substanz	5,03	4,44	3,91	4,35	3,62	2,63	4,42

Man sieht also, daß es durchaus nothwendig ist, eine ganze Reihe von Analysen auszuführen, wenn man die mittlere Zusammensetzung der Asche irgend eines Pflanzentheiles annähernd genau feststellen will. Ich will auch noch darauf aufmerksam machen, daß gleiche Aschenprocente in zwei Exemplaren einer und derselben Pflanze keineswegs eine gleiche absolute Menge der Aschenbestandtheile andeuten und daß ebenso wenig durch Abweichungen in der Gesammtmenge der Asche auch eine verschiedene procentische Zusammensetzung derselben bedingt ist. Belege für diese Behauptung giebt jede Pflanze, deren Asche mehrmals analysirt worden ist; so enthielten die Kartoffeln Nr. 2 und 4 fast ganz gleiche Aschenprocente (3,5 Proc. im wasserfreien Zustande) und dennoch ist die Zusammensetzung der Asche dieser beiden Sorten gerade am meisten verschieden; auf der anderen Seite habe ich in zwei Arten von Früchten der Roßkastanie ganz genau dieselben procentischen Verhältnisse ihrer Aschenbestandtheile gefunden, obgleich die eine Frucht im inneren Kerne 2,2 Proc., die andere dagegen 3,2 Proc. Asche enthielt.

Die wirklich vorhandenen Verschiedenheiten in der Zusammensetzung der Asche von einem und demselben vegetabilischen Körper haben Liebig veranlaßt, ein allgemeines Gesetz aufzustellen, nach welchem die Mineralbasen sich gegenseitig vertreten können, so daß z. B. ein Aequivalent von Natron an die Stelle eines entsprechenden Aequivalentes Kali, Magnesia an die Stelle von Kalk und selbst Natron oder Kali an die Stelle von Kalk treten kann. Es soll nach Liebig nämlich die Sauerstoffmenge, welche in einer Pflanzenasche mit den Metallen der Alkalien und der alkalischen Erden in Verbindung sich befindet, unter allen Umständen dieselbe bleiben, dagegen kann dieser Sauerstoff, je nach den äußeren, namentlich den Bodenverhältnissen, beliebig bald zum großen Theile mit den Metallen der Alkalien, bald mit denen der alkalischen Erden verbunden sein. Das hier angedeutete Liebig'sche Gesetz von der gegenseitigen Vertretung der basischen Stoffe in der Pflanzenasche ging hervor aus der Betrachtung einiger älterer Analysen Saussure's und Berthier's; es hat aber zum großen Theile die Veranlassung gegeben, daß in neuerer Zeit Tausende von Aschenanalysen ausgeführt worden sind, von denen viele zu Gunsten des Liebig'schen Gesetzes sprachen, noch mehrere aber nicht mit demselben in Uebereinstimmung gebracht

werden konnten. Seitdem vor Kurzem nachgewiesen wurde, daß in vielen älteren Aschenanalysen die Menge des Natrons viel zu hoch angegeben ist und dieser Stoff, mit nur sehr wenigen Ausnahmen, kaum jemals in der Asche einer der bekannteren Pflanzen die Höhe von mehreren Procenten erreicht, so ist damit auch eine der Hauptstützen des Liebig'schen Gesetzes gefallen. Außerdem geht aus allen Untersuchungen hervor, daß die Magnesia niemals in größerer Quantität, außer zuweilen in der Asche der Samenkörner, auftritt, und daß die Schwankungen, welchen dieser Stoff in einem und denselben Pflanzentheile unterworfen ist, fast niemals mehr betragen, als höchstens 2 bis 3 Procent; es kann also auch durchaus nicht von einer Vertretung des Kalkes durch die Magnesia in nur einigermaßen beträchtlicher Menge die Rede sein. Es würde daher nur die Vertretung von Kali und Kalkerde übrig bleiben, welche allerdings den direkten Analysen zufolge, wenigstens scheinbar in größerem Maßstabe stattfindet. Man sehe z. B. die oben angegebenen Analysen der Asche des Erbsenstrohes an, wo der Kaligehalt von 13 bis 3[illegible] Procent und damit in Verbindung stehend der Kalkgehalt zwischen 47 und 17 Proc. variirt. Aehnliche Verhältnisse bieten auch andere Pflanzentheile, namentlich solche dar, welche wie das Erbsenstroh keine bedeutende Menge von Kieselsäure enthalten.

Die Ursache der wirklich vorhandenen Schwankungen in der Zusammensetzung der Asche eines gewissen Pflanzentheiles ist ohne Zweifel vorzugsweise in den Bodenverhältnissen, und zwar sowohl in den physikalischen wie in den chemischen Eigenschaften der Ackerkrume und des Untergrundes zu suchen. Um den Einfluß des Bodens auf die Aschenbestandtheile der auf demselben gewachsenen Pflanzen genau nachzuweisen, genügt es keineswegs, Analysen des Bodens und der Pflanzenasche anzustellen; die Erfahrung hat vielfach gezeigt, daß auf diesem Wege kein sicheres Resultat erlangt werden kann, besonders aus dem Grunde, weil eine chemische Untersuchung des Bodens niemals zu einer genauen Feststellung der jedesmaligen Fruchtbarkeit und nicht einmal dahin führen kann, zu bestimmen, wie viel der vorhandenen Mineralstoffe und welche derselben während der Vegetationsperiode einer bestimmten Pflanze in den auflöslichen und durch die Wurzeln aufnehmbaren Zustand übergehen kann. Man muß vielmehr zur Lösung der vorliegenden, sowohl praktisch wie physiologisch überaus wichtigen Frage mit der Analyse die Synthese verbinden und zwar in der Weise, daß man zu einem vorhandenen, in chemischer, wie in physikalischer Hinsicht durchaus gleichmäßigen Boden, einzelne auflösliche Mineralsalze zusetzt und nun die Asche der unter diesen Einflüssen gewachsenen Pflanzen analysirt und die Resultate mit der Zusammensetzung der Asche derselben Pflanzenart vergleicht,

die auf demselben Boden, aber ohne Zusatz der betreffenden Mineralsubstanz gewachsen ist. Auf diese Weise erhält man die Wirkung jeder einzelnen Mineralsubstanz für sich allein, frei von der Mitwirkung abweichender Boden- und klimatischer Verhältnisse. Nach dieser Methode habe ich eine Reihe von Versuchen und Untersuchungen ausgeführt, deren Resultate, soweit sie überhaupt hierher gehören, im Folgenden Erwähnung finden mögen.

Es wurde ein kleines Beet eines gewöhnlichen lehmig-sandigen Ackerlandes, welches schon an sich in gutem Düngzustande sich befand, mit einer verhältnißmäßig sehr bedeutenden Quantität Kochsalz überstreut und dieses oberflächlich mit der Ackerkrume vermischt; ein anderes Beet desselben Ackers wurde mit Salpeter, ein drittes mit Pottasche, ein viertes mit Bittersalz, ein fünftes mit gebranntem und zu Pulver zerfallenem Kalk überstreut und gemischt; ein sechstes Beet endlich blieb in seinem natürlichen Zustande ohne jeglichen Zusatz. Auf diesen Beeten wurde Buchweizen gezogen, welcher auf dem ersten Beete, also unter dem Einfluß des Kochsalzes, eine nur kümmerliche Vegetation zeigte, dagegen auf allen übrigen Beeten sehr üppig sich entwickelte, obgleich auch hier Verschiedenheiten vorkamen, deren nähere Erörterung jedoch nicht hier, sondern an einem anderen Orte dieses Werkes, nämlich in der Düngerlehre, Platz finden wird. Die Asche des Buchweizenstrohes wurde der Analyse unterworfen, nachdem die Blätter vor der Einäscherung vollständig entfernt worden waren, so daß also die hier mitgetheilten Analysen nur auf die Stengel des Buchweizens sich beziehen. Die direkte Untersuchung ergab folgende procentische Zusammensetzung:

	1. Kochsalz.	2. Salpeter.	3. Pottasche.	4. Bittersalz.	5. Kalk.	6. Ohne Zusatz.
Kali . . .	21,6	39,6	40,5	28,2	23,9	31,7
Chlorkalium .	26,9	0,8	3,1	6,9	9,7	7,4
Chlornatrium	3,0	3,2	3,8	3,4	1,7	4,6
Kalk . . .	14,0	12,8	11,6	14,1	18,6	15,7
Magnesia . .	1,9	3,3	1,4	4,7	4,2	1,7
Schwefelsäure .	2,8	2,7	4,3	7,1	3,5	4,7
Phosphorsäure	9,5	6,5	8,9	10,9	10,0	10,3
Kohlensäure .	16,1	27,1	22,2	20,0	23,2	20,4
Kieselsäure .	4,2	4,2	4,2	4,8	5,2	3,6
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Die Kohlensäure ist hier von der Gesammtmenge der Asche nicht in Abzug gebracht worden, da diese Analysen nur unter sich und nicht mit den früher erwähnten vergleichbar zu sein brauchen. Die Menge der Phosphorsäure variirt in diesen Analysen zwischen 6,5 und 11 Proc., die des Kalkes zwischen 11,5 und 18,5 Proc., am meisten jedoch die der Alkalien, nämlich

zwischen 30 und 45 Proc., wobei die Thatsache sich herausgestellt hat, daß
in dem Erdboden eine Umsetzung zwischen dem Kochsalze oder Chlornatrium
und den Kalisalzen stattgefunden hat, indem das Chlor nicht in Verbindung
mit Natrium, sondern mit Kalium vereinigt von der Pflanze aufgenommen
worden ist. Hieraus sieht man deutlich, eine wie geringe Anziehung die
Pflanze zu dem Natron äußert, obgleich dieses in sehr großer Menge im auf-
löslichen Zustande zugegen war, und daß also wenigstens von einer Vertre-
tung des Kalis durch das Natron nicht die Rede sein kann. Die gefundenen
Abweichungen in den Aschen des Buchweizenstrohes lassen sich fast vollständig
durch eine einfache Reduktion ausgleichen, indem man nämlich bei jeder Asche,
außer der Normalasche (6.), einen gewissen Bestandtheil in bestimmter Menge
in Abzug bringt, und die zurückbleibenden Quantitäten wieder auf 100 Theile
berechnet. Man erhält nämlich:

Nach Abzug von:	1. 20 Proc. Chlorkalium.	2. 20 Proc. kohlens. Kali.	3. 25 Proc. kohlens. Kali.	4. 8,5 Proc. schwefels. Magnesia.	5. 16,6 Proc. kohlens. Erden.	6
Kali . . .	27,0	32,5	33,5	30,6	28,0	31,7
Chlorkalium .	9,1	1,0	3,9	7,4	11,3	7,4
Chlornatrium .	3,8	4,0	4,7	3,7	1,9	4,6
Kalk . . .	17,3	16,0	14,5	15,3	14,6	15,7
Magnesia . .	2,4	4,1	1,7	2,3	2,9	1,7
Schwefelsäure .	3,5	3,4	5,4	2,1	4,1	4,7
Phosphorsäure	11,7	8,1	11,2	11,8	11,7	10,3
Kohlensäure .	20,1	25,9	19,8	21,6	19,3	20,1
Kieselsäure . .	5,2	5,2	5,3	5,2	6,1	3,6
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Man sieht, daß jetzt die Uebereinstimmung in der Zusammensetzung so
vollständig ist, wie sie bei einer Substanz, wie das Stroh des Buchweizens ist,
nur verlangt werden kann; die Abweichungen, die noch sichtbar sind, betreffen
fast ausschließlich die überall so sehr veränderlichen Mengen an Chlor und
Schwefelsäure; wenn man diese für alle Analysen auf eine bestimmte Größe
reducirte, so würden die Verschiedenheiten fast vollkommen aufgehoben wer-
den und nur in Nr. 2 ein etwas niedrigerer Phosphorsäuregehalt als in den
übrigen Analysen sich herausstellen, aus Ursachen, welche in dem sehr stick-
stoffreichen Dünger des Salpeters zu suchen sind.

Die folgenden Analysen von Gerstenstroh beziehen sich auf ein Material,
welches unter ganz analogen Verhältnissen, wie das Buchweizenstroh produ-
cirt worden war, nämlich nach der Düngung mit den in der Uebersicht ange-
gebenen Mineralstoffen. Durch Kochsalz, Salpeter und Kali war eine außer-
ordentlich üppige Entwickelung der Gerstenpflanze bewirkt worden, jedoch mit

dem Unterschiede, daß die durch Kali hervorgebrachte vermehrte Produktion allein die Strohbildung betraf; bei Anwendung von Salpeter wurde vorzugsweise der Strohertrag erhöht, die Körnermenge bei weitem nicht im gleichen Grade, die günstige Wirkung des Kochsalzes aber erstreckte sich gleichmäßig auf die Stroh- und Körnerbildung, also auf die Vegetation der ganzen Pflanze. Die direkte Analyse lieferte die folgenden Resultate:

	1. Kochsalz.	2. Salpeter.	3. Soda.	4. Pottasche.	5. Bittersalz.	6. Glaubersalz.	7. Kalk.	8. Ohne Zusatz.
Kali	23,7	34,8	20,6	30,3	26,5	23,1	24,5	20,4
Natron	6,9	2,8	5,0	2,9	2,4	4,0	1,0	3,5
Kalk	5,2	7,4	5,6	5,9	5,1	5,3	6,8	5,8
Magnesia	1,4	1,5	1,5	1,4	1,8	1,4	2,2	1,6
Schwefelsäure	2,4	3,4	3,7	3,3	6,9	6,7	3,3	3,2
Phosphorsäure	2,6	3,2	3,4	3,3	3,2	3,2	3,2	3,8
Kohlensäure*)	18,6	21,8	15,2	18,0	13,7	13,9	16,1	14,3
Kieselsäure	39,2	25,1	45,0	34,9	40,5	42,4	43,0	47,4
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Der Kaligehalt variirt in diesen Strohaschen von 20 bis 35 Proc. und noch bedeutender die Kieselsäuremenge, denn diese beträgt in der Analyse Nr. 2 nur 25 Proc., dagegen in Nr. 8 über 47 Procent. Auch hier kann man die Normalzusammensetzung der Asche Nr. 8 sehr leicht wieder herstellen, wenn man mit den Analysen folgende Reduktion vornimmt. In der Analyse Nr. 1 werden von der ganzen Asche 6,5 Proc. kohlensaures Natron und 6 Proc. kohlensaures Kali in Abzug gebracht; in Nr. 2 16,5 Proc. kohlensaures Kali abgezogen, dagegen wiederum 25 Proc. Kieselsäure hinzugefügt; in Nr. 3 werden 3 Proc. kohlensaures Natron abgezogen; in Nr. 4 15,5 Proc. kohlensaures Kali abgezogen und 5 Proc. Kieselsäure hinzugefügt; in Nr. 5 sind 9 Proc. schwefelsaures Kali abzuziehen; in Nr. 6 ferner 5 Proc. schwefelsaures Kali und 2,5 Proc. schwefelsaures Natron und in Nr. 7 endlich 2,5

*) In den Analysen der Asche von Gräsern wird gewöhnlich Kohlensäure nicht aufgeführt. Es ist natürlich, daß keine Kohlensäure gefunden werden kann, wenn die Asche kurze Zeit nach heftigem Glühen untersucht wird; denn in der Glühhitze wird die Kohlensäure aus ihren Verbindungen bekanntlich durch die hier in reichlicher Menge vorhandene Kieselsäure ausgetrieben. Verkohlt man dagegen das Getreidestroh bei möglichst niedriger Temperatur und zieht die so gewonnene Kohle mit Wasser aus, so bemerkt man nach der Concentration der wässerigen Lösung bei dem Zusatz von Säure sehr deutlich ein lebhaftes Aufbrausen und die Entweichung von Kohlensäuregas. Es ist hier, wie es geschehen muß, die Kieselsäure als im völlig isolirten Zustande angenommen und sodann die Menge der Kohlensäure nach der durch die Analyse gefundenen Quantität an basischen Aschenbestandtheilen berechnet worden.

Proc. kohlensaure Erden. Nach dieser Reduktion erhält man die folgende normale Zusammensetzung sämmtlicher Aschen:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Kali	22,4	21,6	21,2	21,9	23,7	22,2	25,1	20,4
Natron . . .	3,5	2,6	3,5	3,3	2,6	3,1	1,0	3,5
Kalk	6,0	6,8	5,8	6,6	5,6	5,7	6,1	5,8
Magnesia . . .	1,6	1,4	1,5	1,6	2,0	1,5	1,9	1,6
Schwefelsäure .	2,8	3,1	3,8	3,7	3,0	3,3	3,4	3,2
Phosphorsäure .	3,0	3,0	3,5	3,7	3,6	3,4	3,3	3,9
Kohlensäure . .	16,0	15,2	14,4	14,5	14,0	15,0	15,3	14,2
Kieselsäure . .	44,9	46,3	46,4	44,9	44,5	45,8	44,0	47,4
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Die Genauigkeit der Uebereinstimmung läßt in der That nichts zu wünschen übrig und ist hier noch weit vollkommner, als sie oben bei dem Buchweizenstroh gefunden wurde. Es ist bemerkenswerth, daß überall fast keine Spur von Chlor in der Asche aufgefunden wurde, ungeachtet andere Analysen einen nicht unbedeutenden Gehalt an diesem Stoffe angeben und ungeachtet in Nr. 1 mit Kochsalz, also einer sehr chlorhaltigen Substanz, noch besonders gedüngt worden war. Ferner sehen wir in Nr. 1 und Nr. 6, daß trotz der Natrondüngung doch eine nur geringe Quantität Natron in die Pflanze übergegangen ist, dagegen wiederum ein Ueberschuß von Kali aufgenommen wurde, ja in Nr. 5 bemerken wir keine Zunahme an Magnesia durch die Düngung mit Bittersalz, dagegen aber eine vermehrte Aufnahme von schwefelsaurem Kali. Es ist also klar, daß das schwefelsaure Natron, ebenso wie die schwefelsaure Magnesia erst ganz oder theilweise in dem Boden mit den vorhandenen Kalisalzen eine Umsetzung erleiden muß und daß die Schwefelsäure hier vorzugsweise nur in Verbindung mit Kali aufgenommen wird. Wir sehen daher wiederum die Thatsache bestätigt, daß weder das Natron noch die Magnesia im Stande ist, das Kali in der Pflanzenasche zu vertreten, und daß ganz dasselbe hinsichtlich des Kalkes stattfindet, ergiebt sich schon aus einem flüchtigen Blick auf die Zusammensetzung der Asche der unter dem Einfluß des Kalkes gewachsenen Pflanze auf das Deutlichste. Eine gegenseitige Vertretung der Basen findet nirgends statt, oder doch nur innerhalb so enger Gränzen, daß hierauf gar kein Gewicht gelegt werden kann, zumal wenn man bedenkt, daß die Verunreinigung des untersuchten Materiales und die Mangelhaftigkeit der Methode die Gränzen dieser scheinbaren Vertretung wahrscheinlich noch enger werden ziehen lassen.

Die hier kurz mitgetheilten Untersuchungen beweisen, daß die Pflanzen unter geeigneten Verhältnissen eine bedeutend größere Quantität ganz beson-

ders von Kalisalzen aufzunehmen vermögen; hiermit steht allerdings auch eine vermehrte Produktion der vegetabilischen Substanz in direkter Verbindung. Jedoch ist trotz dieser Zunahme der Pflanzensubstanz immer noch ein bedeutender Ueberschuß von Kalisalzen in den unter deren Einwirkung gewachsenen Pflanzen vorhanden, ein Ueberschuß, welcher bis zu $^1/_5$ und sogar $^1/_4$ von dem Gewichte der ganzen Asche betragen kann. Wenn z. B. das Buchweizenstroh in 1000 Th. 40 Th. Asche enthält, so sind in dieser bei normaler Entwickelung der Pflanze in den an Kohlensäure gebundenen Mineralbasen 2,99 Th. Sauerstoff enthalten; wird nun von der Pflanze noch $^1/_4$ des Gewichtes der ganzen Asche von kohlensaurem Kali aufgenommen, so steigt damit der Sauerstoffgehalt der in der Asche an Kohlensäure gebundenen Basen auf 4,15 Th., eine Zahl, welche über $^1/_3$ höher ist, als die zuerst angegebene und also auf keinerlei Weise mit jener eine Uebereinstimmung zeigt. Es ist nämlich klar, daß die Annahme eines bestimmten Sauerstoffverhältnisses nur einen Sinn hat, wenn man dasselbe auf ein bestimmtes Gewicht der vegetabilischen Substanz bezieht, weil eben behauptet worden ist, daß die letztere in einem gewissen atomistischen Verhältnisse zu den Mineralbasen stehe. Unmöglich kann man aus 100 Th. der Asche den Sauerstoffgehalt der an Kohlensäure gebundenen Mineralbasen berechnen wollen, und wenn man es thut, so findet man auch die allergrößten Abweichungen, das eine Mal doppelt so viel als das andere Mal. In den von Fresenius und Will ausgeführten Analysen der Blätter des ungarischen Tabaks variirt der Sauerstoffgehalt der Basen in 100 Th. der Asche z. B. von 15,5 bis zu fast 22 Proc. und so überall. Ein sich mehr gleichbleibendes Verhältniß erhält man allerdings, wenn man die an Kohlensäure gebundenen Basen für sich wiederum auf 100 Th. berechnet und nun untersucht, wie viel Sauerstoffprocente vorhanden sind. So findet man, nach zahlreichen von mir ausgeführten Analysen, für die Spergelpflanze (ohne Samen) das Verhältniß = 24,30, für das Gerstenstroh (nach der oben erwähnten Reduktion) = 20,83, für das Roggenstroh = 20,80, die beiden letzteren also unter sich übereinstimmend. Aber dasselbe Verhältniß rechnet man ebenfalls bei dem Buchweizenstroh, nämlich 20,87 heraus, obgleich doch die Cerealien und der Buchweizen in ihrer ganzen organischen Struktur von einander sehr verschieden sind. Ebenso findet man für die von mir untersuchten Aschen der verschiedenen Theile des Roßkastanienbaumes die folgenden Zahlen:

Rinde	27,64	Blüthenstengel	18,07
Holz	25,65	Kelchtheile	19,75
Blätter	24,88	Staubfäden	19,06
Blattstengel	21,84	Blumenblätter	19,28

Grüne Früchte	18,75	Grüne Schale der Frucht .	18,14
Kerne der reifen Frucht . .	17,93	Braune „ „ „ . .	20,52

In runden Zahlen sind also diese Verhältnisse folgendermaßen auszudrücken: Für die Rinde = 27, für Holz und Blätter = 24, für Blattstengel und braune Schale der Frucht = 21, für alle übrigen Blüthen- und Fruchttheile = 18. Man sieht aber gar nicht, wozu dergleichen Berechnungen nützen sollen, da doch, wenn auch einfache Verhältnisse aufgefunden werden, diese nur zufällig sein können. Die Asche der Rinde nämlich besteht, wie wir gesehen haben, fast aus reinem kohlensauren Kalke, während die übrigen Bestandtheile nicht der eigentlichen Rinde, sondern dem Safte angehören, welcher derselben mechanisch anklebt oder sie durchbringt. In den Blättern scheidet sich fortwährend Kalk und Kieselsäure aus, alle Theile der Pflanze verändern während der verschiedenen Entwicklungsperioden beständig relativ und absolut die Verhältnisse ihrer Aschenbestandtheile, in dem Safte der Pflanze sind offenbar zu verschiedenen Zeiten und unter abweichenden Verhältnissen in verschiedener Menge neben den Chlor- und schwefelsauren Alkalien auch kohlensaure Alkalien zugegen, es scheidet sich in gewissen Pflanzentheilen Kalk in Verbindung mit Kohlensäure im festen Zustande aus, man weiß also durchaus nicht, wie viel man in der betreffenden Asche von den gefundenen kohlensauren Verbindungen als in der lebenden Pflanze schon fertig gebildet anzusehen hat und wie viel vorher als pflanzensaures Salz oder vielleicht in chemischer Verbindung mit anderen organischen Körpern existirte. Mit Einem Worte: das Liebig'sche Gesetz von der Vertretung der Basen und von einem unveränderlichen Sauerstoffverhältniß in den Mineralbasen der Pflanzenasche kann nicht als ein allgemein gültiges betrachtet werden.

Ueberaus wichtig aber in praktischer sowohl als in wissenschaftlicher Beziehung wäre es, wenn man wirklich das Verhältniß zwischen den in der Pflanze gegenwärtigen Mineralstoffen und der vegetabilischen Substanz im Einzelnen wie im Allgemeinen feststellen und wo möglich den Grad der Abhängigkeit der letzteren von der ersteren nachweisen könnte. Leider besitzen wir über diesen Gegenstand fast noch gar keine brauchbaren Untersuchungen. Ich glaube, man muß in der Pflanzenasche zwischen wesentlichen und unwesentlichen Bestandtheilen unterscheiden; wüßten wir die ersteren von den letzteren überall genau zu trennen, so würden jene gewiß auch weit einfachere Verhältnisse unter sich und in ihrer Beziehung zu den organisch-vegetabilischen Substanzen nachweisen lassen. Als wesentlich betrachte ich unter den Aschenbestandtheilen die an Kohlensäure und Phosphorsäure gebundenen Alkalien, für wesentlich halte ich ferner den phosphorsauren

Kalk. Der kohlensaure Kalk kann nur zum Theil als wesentlich zur Constitution der Asche angesehen werden, da ein größerer oder geringerer Theil desselben schon in der lebenden Pflanze fertig gebildet vorkommt und sich oft im festen Zustande ausgeschieden hat. Die schwefelsauren Salze sind ebenfalls häufig zum größten Theile überflüssig, nur eine geringe Menge derselben hat wirklich Antheil an der Bildung der organischen Masse, der größere Theil wird mechanisch aufgenommen und geht unverändert durch die Pflanze hindurch, um mit den Blättern wieder dem Boden zugeführt zu werden; die außerordentlich wechselnde Menge der Schwefelsäure in einer und derselben Pflanzenasche beweist die Richtigkeit der aufgestellten Behauptung. Noch unwichtiger sind die Chlorverbindungen für die meisten Pflanzen, sie bilden keine direkten Nahrungsstoffe, die Pflanze kann sich oft auf das Ueppigste und Vollkommenste entwickeln, ohne daß eine Spur von Chlor in ihren Organismus übertritt. Ebenso endlich ist die Kieselsäure ein unwesentlicher Bestandtheil für die Stoffbildung in der Pflanze, sie nimmt an der letzteren keinen direkten Antheil, sondern wird sehr bald nach ihrem Eintritt in die Pflanze in unlöslicher Form in den äußeren Schichten des Stengels oder in den Blättern wieder abgeschieden. Es ist kaum nöthig zu erwähnen, daß hier nur von der direkten oder chemischen Wirkung der Mineralsubstanzen auf die sich entwickelnde vegetabilische Masse die Rede ist; denn in mechanischer Hinsicht ist die Kieselsäure für viele Pflanzen, ganz besonders für alle Gräser ein sehr wichtiger und unentbehrlicher Stoff, insofern nur durch die Gegenwart und die Ausscheidung derselben diesen Gewächsen die erforderliche Festigkeit und Steifheit verliehen wird, ohne welche sie unter dem Einfluß des Windes und des Regens umfallen und hierdurch in ihrem Wachsthum und ihrer Entwicklung eine mechanische Störung erleiden würden. Es kann die Menge der in eine Pflanze eintretenden Kieselsäure, je nach den Boden-, Düngungs- und klimatischen Verhältnissen sehr beträchtlichen Schwankungen unterliegen, ohne daß dadurch eine Störung in der Entwicklung der Pflanze selbst stattfindet, wie es z. B. bei dem Mangel an Kali oder Phosphorsäure der Fall sein würde. Die Blätter, der Stengel, das Holz, die Rinde und überhaupt alle Theile der Pflanze, außer der Frucht, können mit nur wenigen Ausnahmen niemals dazu dienen, um das gegenseitige Verhältniß zwischen der vegetabilischen Masse und der Mineralsubstanz in bestimmten Zahlen festzustellen, weil die letztere in diesen Theilen zu vielfachen Schwankungen in ihrer Zusammensetzung unterworfen ist. Nur die Frucht oder vielmehr die Samenkörner können in dieser Hinsicht einen Anhaltepunkt gewähren, indem bei diesen namentlich die procentische Zusammensetzung der Asche weit weniger bedeutenden Schwankungen unterworfen ist und weil wir auch nur von diesen

Pflanzentheilen einigermaßen zuverlässige Angaben über den Gehalt an den verschiedenen organischen Substanzen besitzen. Die Asche aller Samenkörner besteht entweder einzig und allein, oder doch zum großen Theile aus phosphorsauren Salzen der Alkalien und alkalischen Erden. Betrachten wir zunächst das Sauerstoffverhältniß zwischen der Phosphorsäure und den vorhandenen Mineralbasen, so erhalten wir für die verschiedenen Pflanzenfamilien, mit Zugrundelegung der oben angegebenen analytischen Resultate, folgende Zahlen.

1000 Theile der Samen enthalten:

	Basische Stoffe.	Phosphorsäure.	Sauerstoff d. Basen.	Sauerstoff der Phosphorsäure.	Sauerstoffverhältniß der Basen und Säure.
Hafer geschält . .	9,16	9,84	2,14	5,48	1,95 : 5
Roggen	9,60	9,48	2,19	5,31	2,06 : 5
Weizen	9,48	9,66	2,30	5,41	2,13 : 5
Buchweizen . . .	9,80	10,69	2,49	5,99	2,07 : 5
Erbsen	16,96	11,39	3,60	6,34	2,84 : 5
Saubohnen . . .	24,72	14,32	5,22	8,02	3,26 : 5
Wicken	13,27	9,24	2,82	5,17	2,74 : 5
Linsen	11,74	7,48	2,18	4,19	2,60 : 5
Raps	23,36	19,88	6,09	11,13	2,69 : 5
Lein	22,89	19,49	5,67	10,91	2,60 : 5
Senf	20,89	15,71	5,82	8,80	3,31 : 5
Hanf	28,06	21,06	7,31	11,80	3,10 : 5
Traubenkerne . .	18,91	7,45	4,71	4,17	5,67 : 5
Roßkastanie . .	19,94	6,38	3,78	3,57	5,32 : 5
Kiefernsamen . .	20,35	22,95	5,26	12,86	2,05 : 5
Fichtensamen . .	21,20	18,32	5,60	10,26	2,73 : 5

Es verhält sich der Sauerstoff der Basen zu dem der Säure in der Samenasche der Halmfrüchte genau wie 2: 5, woraus sich ergiebt, daß in diesen Aschen sogenannte zweibasische phosphorsaure Salze zugegen sind; dasselbe Verhältniß ist ebenfalls in der Samenasche des Buchweizens aufgefunden worden. Es folgt aus dieser Zusammensetzung der Asche keineswegs, daß die zweibasischen phosphorsauren Salze wirklich als solche in den Samenkörnern enthalten sind, es ist dieses zum Theile wenigstens entschieden nicht der Fall, denn die Phosphorsäure geht theilweise als wesentlicher Bestandtheil in die Zusammensetzung der stickstoffhaltigen Körper, sogenannten Proteinverbindungen ein. Wohl aber ergiebt sich aus der gefundenen Zusammensetzung der Asche, daß die phosphorsauren Salze bei den Gräsern und dem Buchweizen als zweibasische Salze in das sich bildende Samenkorn eintreten oder wenigstens an der Bildung der hier sich ansammelnden organischen Sub-

flanzen theilnehmen und ferner, daß die basischen Mineralkörper in unveränderter Menge in dem Samenkorne zurückbleiben und bei der Einäscherung wieder zu der Entstehung derselben phosphorsauren Verbindungen die Veranlassung geben, wie sie vor ihrer Umwandlung in den Samenkörnern oder anderswo vorhanden waren.

In den Samen der Hülsen- und Oelfrüchte ist das Sauerstoffverhältniß im Mittel = 3 : 5, obgleich hier sehr bedeutende Schwankungen um dieses Verhältniß stattfinden. Es finden sich also in der Asche dieser Samen dreibasische phosphorsaure Salze; man darf aber hieraus keineswegs schließen, daß diese Salze wirklich als solche in den Samen vorhanden oder in die letzteren eingetreten wären. Da die in den Samenkörnern vorkommenden Eiweißstoffe oder Proteïnverbindungen sämmtlich eine sehr übereinstimmende chemische Zusammensetzung haben, so ist wohl als wahrscheinlich anzunehmen, daß auch überall dieselben phosphorsauren Verbindungen, nämlich zweibasisch phosphorsaure Alkalien, an der Bildung der eiweißartigen Körper theilnehmen und daß der Ueberschuß an Mineralbasen in gewissen Früchten, z. B. in den Samenkörnern der Hülsenfrüchte, bedingt ist durch die Gegenwart einer größeren oder geringeren Menge salzartiger Verbindungen der Pflanzensäuren oder anderer organischen Substanzen mit den Alkalien oder alkalischen Erden. Hierdurch mußte ein Ueberschuß von basischen Mineralstoffen im Verhältniß zu der vorhandenen Phosphorsäure bewirkt werden und bei dieser Annahme erklärt sich auch, weswegen das Sauerstoffverhältniß in den Samenkörnern einer und derselben Pflanzenfamilie so bedeutenden Schwankungen unterworfen ist; bei den Bohnen z. B. ist ein größerer Ueberschuß von Mineralbasen zugegen als in den Erbsen, in diesen wiederum mehr als in den Wicken und Linsen, im Hanf und Senf ist das Verhältniß zu Gunsten der Basen höher als in dem Lein und in diesem wieder höher als in dem Raps. Die Annahme des Eintretens noch anderer Mineralverbindungen außer den phosphorsauren Salzen in die Samen vieler Pflanzen wird fast zur Gewißheit, wenn man den großen Ueberschuß der basischen Stoffe in den Traubenkernen und ganz besonders in den mehlreichen Früchten der Roßkastanie und der Eiche ins Auge faßt. Nimmt man nun die phosphorsauren Salze auch in den Hülsen- und Oelfrüchten als zweibasische an und berechnet, wie viel an basischen Stoffen, welche wir hier der einfachen Rechnung wegen als nur aus Kali bestehend ansehen wollen, übrig bleiben, so erhält man die folgenden Zahlen, für 1000 Theile der wasserfreien Samensubstanz:

	Sauerstoff der Basen.	Als Kali berechnet.	In Procent der Asche.
Linsen	0,50	2,94	14,7
Wicken	0,76	4,47	18,6

	Sauerstoff der Basen.	Als Kali berechnet.	In Procent der Asche.
Erbsen	1,06	6,23	21,3
Bohnen	2,02	11,95	29,9
Raps	1,63	9,59	22,0
Lein	1,77	10,41	23,5
Senf	2,30	13,54	32,3
Hanf	2,59	15,25	27,3
Kastanie	2,36	13,89	49,6
Traubenkerne . . .	3,05	17,96	65,1

Bemerkenswerth ist das einfache zunehmende Sauerstoffverhältniß bei den Hülsenfrüchten, und ferner, daß der Ueberschuß der Mineralbasen nicht bei allen Samen allein in dem Hinzutreten von Kaliverbindungen zu suchen ist, sondern, daß auch die Salze der alkalischen Erden daran Antheil haben, wie aus der Vergleichung der hier gefundenen Zahlen mit den Resultaten der direkten Analyse, namentlich bei dem Hanf und den Traubenkernen mit aller Klarheit hervortritt.

Die gefundenen Sauerstoffmengen mögen mit den wichtigeren organischen Bestandtheilen der Samen zur Vergleichung zusammengestellt werden.

1000 Theile getrockneter Samenkörner enthalten:

	Sauerstoff der an Phosphorsäure gebundenen Basen.	Sauerstoff der überschüssigen Basen.	Proteïnverbindungen.	Stärke, Zucker etc. Schleim.	Pflanzenfaser.
Hafer, geschält . . .	2,14	—	181	765	34
Roggen	2,19	—	141	810	30
Weizen	2,30	—	150	795	35
Linsen	1,68	0,50	279	558	102
Wicken	2,06	0,76	320	570	88
Erbsen	2,54	1,06	262	601	107
Bohnen	3,20	2,02	276	576	126
Raps	4,46	1,63	202	608	160
Lein	3,90	1,77	271	615	85
Hanf	4,72	2,59	212	550	200

Es ist zwischen diesen Substanzen in keiner Weise bis jetzt ein einfaches Verhältniß ausfindig zu machen; freilich darf auch nicht unerwähnt bleiben, daß die betreffenden Analysen noch sehr unvollständig sind.

Der Gehalt an Phosphorsäure und die Gesammtmenge des in den Mineralbasen gebundenen Sauerstoffes steht zu den vorhandenen stickstoffhaltigen und stickstofffreien organischen Stoffen, den Analysen zufolge, in dem folgenden Verhältniß:

1000 Theile enthalten:

	Phosphorsäure.	Sauerstoff der Basen.	Proteïnverbindungen.	Stärke, Zucker, Schleim ꝛc.	Faser.
Cerealien	9,71	2,21	157	790	32
Hülsenfrüchte (Erbsen und Bohnen)	12,85	4,41	269	589	116
Oelfrüchte (Raps und Lein) . .	19,69	6,11	237	612	123

Im Allgemeinen nimmt der Gehalt an Proteïnverbindungen mit der Menge der Phosphorsäure und der Alkalien zu, jedoch sind auch hier keine einfachen Verhältnisse aufzufinden und festzustellen.

Die gegenseitigen Mengenverhältnisse der Alkalien und der alkalischen Erden in den Samen verschiedener Pflanzen ersieht man aus den hier mitgetheilten Sauerstoffberechnungen.

In 1000 Theilen der Samen sind enthalten:

	Sauerstoff der Alkalien.	Sauerstoff der Erden.	Verhältniß beider Sauerstoffmengen.	
Hafer, geschält . .	1,07	1,07	1 : 1	= 1 : 1
Roggen	1,14	1,05	1,08 : 1	
Weizen	1,02	1,28	0,80 : 1	
Erbsen	2,22	1,38	1,61 : 1	= 3 : 2
Feldbohnen . . .	3,22	2,00	1,61 : 1	
Wicken	1,70	1,12	1,50 : 1	
Linsen	1,64	0,54	3,04 : 1	= 3 : 1
Buchweizen . . .	1,23	1,26	0,98 : 1	= 1 : 1
Raps	1,91	4,18	0,46 : 1	= 1 : 2
Lein	2,33	3,34	0,69 : 1	
Senf	1,50	4,32	0,35 : 1	= 1 : 3
Hanf	1,88	5,43	0,35 : 1	
Fichtensamen . . .	2,48	3,12	0,79 : 1	= 2 : 3
Kiefernsamen . . .	2,07	3,19	0,65 : 1	
Traubenkerne . . .	1,30	3,41	0,38 : 1	= 1 : 3
Roßkastanie . . .	2,81	0,97	3,00 : 1	= 3 : 1

Diese Verhältnisse sind im Ganzen sehr einfach und es ergiebt sich aus denselben, daß die Alkalien und alkalischen Erden in den Samen der Pflanze in einem gewissen gegenseitigen atomistischen Verhältnisse zu einander stehen und gerade in diesem Verhältnisse an der Bildung der organischen Substanz Antheil nehmen. Es läßt sich vorläufig nur feststellen, daß dieses Verhältniß bei den Cerealien mit ziemlicher Genauigkeit = 1 : 1 ist, bei der Mehrzahl der Hülsenfrüchte = 3 : 2 und bei den gewöhnlichsten Oelfrüchten im Mittel = 1 : 2. Inwiefern dieses Verhältniß oder überhaupt die Zu- und Abnahme des Gehaltes der Samen an Alkalien und alkalischen Erden zu der Bildung der organischen Substanz selbst in irgend einer direkten oder indirek-

ten Beziehung steht, darüber sind wir noch völlig im Dunkeln. Wir begnügen uns hier damit, die verschiedenen Gesichtspunkte, unter welchen die Mineralbestandtheile der Pflanzen betrachtet werden können, kurz angedeutet zu haben und sprechen zum Schluß die Hoffnung und Erwartung aus, daß schon die nächste Zukunft über diesen in praktischer Beziehung sowohl als in wissenschaftlicher überaus wichtigen Gegenstand neues und helleres Licht verbreiten werde.

In jeder lebenden Pflanze und in jedem Theile derselben befindet sich eine große Menge von Wasser, dessen Gegenwart zur Vermittelung der mannichfachen chemischen Prozesse, welche die Entwickelung der Pflanze bedingen, unentbehrlich ist. Dieses Wasser bezeichnet man mit dem Namen des Vegetationswassers; die Menge desselben ist je nach dem Grade der Entwickelung der Pflanze sehr verschieden, ja selbst auch in einer und derselben Vegetationsperiode in demselben Organe werden durch zufällige, äußere Boden- und Witterungsverhältnisse vielfache Schwankungen bedingt. Die Menge des Vegetationswassers überhaupt und dessen Verhältniß zu den in ihm aufgelösten Mineralsubstanzen wird daher ein nur sehr beschränktes physiologisches Interesse darbieten und nur dann einige Aufmerksamkeit verdienen, wenn man dieses Verhältniß in allen verschiedenen Theilen einer bestimmten Pflanze zu einer bestimmten Vegetationsperiode betrachtet, und zwar vorzugsweise, wenn man die Pflanzentheile in ihrem mehr jugendlichen Alter untersucht, so lange sie nämlich noch ihre ganze Saftigkeit besitzen und wahrscheinlich auch die ganze Menge der vorhandenen Mineralstoffe in dem Vegetationswasser aufgelöst enthalten. Mit dem zunehmenden Alter nimmt der Gehalt an Feuchtigkeit bekanntlich ab, und zu gleicher Zeit findet alsdann auch eine Ausscheidung gewisser Mineralverbindungen statt, indem z. B. der Kalk und namentlich die Kieselsäure großentheils in den festen Zustand übergehen und also aus dem Pflanzensafte sich ausscheiden. Alsdann ist natürlich das Verhältniß des Wassers zu den in ihm noch aufgelöst zurückgebliebenen Mineralstoffen gar nicht mehr festzustellen. Für die verschiedenen Theile des Roßkastanienbaumes habe ich das Verhältniß zwischen dem Vegetationswasser und den in demselben aufgelösten feuerfesten Salzen bestimmt:

	Vegetationswasser.	Asche in 100 Th. der trocknen Substanz.	Asche in 100 Th. Wasser aufgelöst.
Holz, junges . . .	48,45 Proc.	1,05 Proc.	1,12 = 1
Blattstengel . . .	84,04 „	13,87 „	2,52 = 2,5
Blätter, junge . .	75,41 „	9,08 „	2,95 = 3
Blüthenstengel . . .	85,21 „	11,36 „	1,96 = 2

	Vegetationswasser.	Asche in 100 Th. der trocknen Substanz.	Asche in 100 Th. Wasser aufgelöst.
Blumenblätter . .	86,67 Proc.	6,10 Proc.	0,95 — 1
Unreife Früchte . .	81,01 „	4,39 „	1,03 — 1
Reife Früchte:			
1. Kernsubstanz .	52,88 „	3,36 „	2,99 — 3
2. Grüne Schale .	82,70 „	7,29 „	1,52 — 1,5

Ungeachtet die Blatt- und Blüthenstengel ungleich mehr Feuchtigkeit enthalten als das junge Holz, so ist dennoch der in jenen Theilen im ersten Frühjahre befindliche Saft reicher an Mineralverbindungen, als die das Holz durchdringende Flüssigkeit, obgleich diese aus dem Holze direkt in die Blatt- und Blüthentheile übertritt und ungeachtet die Blattstengel fast genau ebenso viel Vegetationswasser enthalten als die Blüthenstengel, so ist doch in dem Safte jener mehr Mineralsubstanz aufgelöst als in der diese durchdringenden Feuchtigkeit. Die einfachen Verhältnisse von 1 : 2 : 2,5 : 3 sind überall so scharf und bestimmt ausgesprochen, daß dieselben wohl nicht als zufällig angesehen werden dürfen. Weitere Untersuchungen werden uns auch in dieser Hinsicht die einfachen Gesetze, welche gewiß für die Vertheilung der Mineralsubstanzen in der Pflanze existiren, auffinden und feststellen lassen.

Die Haferpflanze zeigt in ihren verschiedenen Vegetationsperioden folgende Verhältnisse, denen die Bestimmungen Norton's zu Grunde liegen. Unter Nr. 1 in der hier mitgetheilten Tabelle ist jedesmal die Menge des Vegetationswassers in der betreffenden vegetabilischen Substanz angegeben, unter Nr. 2 die Aschenquantität, welche in 100 Th. der getrockneten vegetabilischen Substanz enthalten ist und unter Nr. 3 die Aschenmenge im Verhältniß zu 100 Th. des Vegetationswassers:

	Blätter.			Stengel.		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.
Am 4. Juni . . .	80,5	10,8	13,4	87,0	10,5	12,0
„ 11. „ . . .	82,8	10,8	13,0	87,1	9,9	11,4
„ 18. „ . . .	82,0	9,1	12,3	87,1	9,3	10,7
„ 25. „ . . .	78,5	11,0	13,9	84,7	9,2	10,9
„ 2. Juli . . .	80,3	11,4	14,1	83,7	7,8	9,3
„ 9. „ . . .	77,0	12,2	15,8	82,1	7,8	9,5
„ 16. „ . . .	76,5	12,6	16,5	80,9	7,9	9,8
„ 23. „ . . .	77,6	16,5	21,3	79,6	8,0	10,0
„ 30. „ . . .	77,0	16,4	21,2	76,6	7,5	9,7
„ 6. August . .	76,6	16,1	21,0	75,7	7,6	10,1
„ 13. „ . . .	74,1	20,5	27,6	69,8	6,6	9,5
„ 20. „ . . .	79,9	21,1	26,5	76,3	6,7	8,7
„ 27. „ . . .	76,7	22,1	28,9	71,8	7,7	10,7
„ 3. September .	24,6	20,9	85,4	71,7	8,4	11,7

	Knoten der Halme.			Spreu (Spelzen).			Ungeschälter Hafer.		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
Am 2. Juli . . .	„	„	„	„	„	„	80,8	4,9	6,1
„ 9. „	„	„	„	„	„	„	75,6	4,4	5,8
„ 16. „	„	„	„	55,0	6,0	10,9	69,8	3,4	4,8
„ 23. „	76,1	15,0	13,2	57,0	9,1	10,9	63,2	3,6	5,7
„ 30. „	75,5	9,6	12,7	50,5	12,3	24,3	52,1	4,2	6,8
„ 6. August . .	74,8	10,4	13,9	45,0	13,8	30,5	62,4	4,3	6,9
„ 13. „ . .	75,3	10,5	13,9	40,9	18,7	45,7	55,1	4,1	6,6
„ 20. „ . .	75,4	11,8	15,6	47,1	21,1	44,8	49,8	3,6	7,3
„ 27. „ . .	73,6	11,3	15,3	40,4	22,5	55,6	45,9	3,5	7,6
„ 3. September .	70,7	10,7	15,1	22,0	27,5	425,0	30,7	3,7	11,6

Man sieht, daß die Verhältnisse zwischen dem Vegetationswasser und den Aschenprocenten im Allgemeinen einfacher und regelmäßiger sind, als die Aschenmengen unter sich. In den ersten drei Wochen der Vegetation des Hafers nimmt die Concentration des Pflanzensaftes in Betreff der Mineralstoffe nach und nach in den Blättern sowohl als in den Stengeln ab; nach dieser Zeit bemerkt man in den Blättern eine Zunahme des Aschengehaltes, wahrscheinlich weil jetzt erst die junge Pflanze die Fähigkeit gewinnt, eine größere Menge von auflöslichen Mineralstoffen dem Boden zu entziehen; in den Blättern steigt nun jener Gehalt ganz allmälig und durchaus regelmäßig, ohne daß die Wassermenge fällt, bis zum 16. Juli, zwischen welchem Tage und dem 23. Juli eine sehr rasche, fast plötzliche Zunahme an Aschensubstanz bemerkt wird; in den folgenden drei Wochen hält sich die Aschenmenge genau auf gleicher Höhe, bis sie zwischen dem 6. und 13. August wiederum rasch steigt und die mit dem 13. August erreichte Höhe drei Wochen lang bis zur Reife bewahrt. Es ist gewiß auffallend, daß hinsichtlich des Verhältnisses zwischen der in den Blättern enthaltenen Aschenmenge und dem Vegetationswasser 4 gleich lange Perioden bei der Haferpflanze unterschieden werden können; die erste geht in dem hier mitgetheilten Beispiel vom 4. bis zum 25. Juni, die zweite bis zum 16. Juli, die dritte bis zum 6. August und die vierte bis zum 27. August, von welchem Tage an mit der eintretenden Reife die ganze Pflanze sehr schnell abstirbt und also auch das Wasser verdampft, ohne wiederum ersetzt zu werden. In dem Stengel sind die erwähnten Perioden nicht ausgedrückt, hier bleibt das Verhältniß zwischen Mineralsubstanz und Vegetationswasser vom 25. Juni an beständig fast ganz genau dasselbe, wenigstens mit nur unbedeutenden Schwankungen. Ein ähnliches Verhalten findet man auch in den Knoten der Halme, jedoch ist hier zwischen dem 13. und 20. Aug. eine fast plötzliche Steigerung eingetreten, so daß zwei Perioden unterschieden werden. Die Spelzen des Hafers nehmen sehr rasch

und ziemlich regelmäßig an Mineralsubstanz zu und zwar in einem weit höheren Grade, als daß diese Zunahme durch das gleichzeitig stattfindende Sinken des Vegetationswassers allein erklärt werden könnte. Das in Rede stehende Verhältniß bleibt in dem Samen während der ganzen Periode seiner Entwicklung ziemlich gleich, nur im Anfange bemerkt man vom 2. bis zum 16. Juli eine deutliche Verminderung des Aschengehaltes, dagegen von diesem Punkte an eine ganz langsame und nur sehr unbedeutende Steigerung, welche wohl in der zunehmenden Ansammlung von Mineralsubstanz in den äußeren Fruchthüllen oder den Schalen der Haferkörner ihre Ursache haben mag, so daß man als eine interessante Thatsache hinstellen kann: das Verhältniß zwischen dem Aschengehalt und dem Vegetationswasser bleibt in der Frucht während der ganzen Zeit ihrer Entwicklung unverändert dasselbe, ungeachtet die vorhandene Wassermenge stets und sehr bedeutend sich vermindert.

Es ist wichtig für die Aufklärung des ganzen Vegetationsprozesses, die Entwicklung der Pflanze in der Art zu verfolgen, daß nicht allein auf die procentische Zusammensetzung der organischen oder mineralischen Substanz Rücksicht genommen wird, sondern zu gleicher Zeit das absolute Gewicht der einzelnen Bestandtheile für jede Pflanze oder das Gewichtsverhältniß zwischen den einzelnen Bestandtheilen und der ganzen Pflanze in den verschiedenen Perioden des Wachsthums genau bestimmt wird. Leider besitzen wir nur wenige und unvollständige Untersuchungen dieser Art, sie können nur als die ersten Anfänge späterer und umfassender Arbeiten betrachtet werden, welche sich zunächst auf alle unsere gewöhnlichen Culturpflanzen erstrecken müssen. Boussingault untersuchte die Weizenpflanze zu drei verschiedenen Perioden ihrer Vegetation, zuerst am 19. Mai, sodann am 9. Juni, als der Weizen in die Blüthe trat und endlich am 15. August zur Zeit der Reife; das Gewicht der einzelnen Theile für jede Pflanze betrug im Mittel:

	19. Mai.	9. Juni	15. August.
Wurzeln	0,102 Grm.	0,222 Grm.	0,269 Grm.
Stengel und Blätter .	0,518 „	1,892 „	„ „
Aehren in Blüthe . .	„ „	0,246 „	„ „
Körner	„ „	„ „	1,506 „
Aehren und Spreu .	„ „	„ „	0,342 „
Stroh	„ „	„ „	2,063 „
Gewicht der getrockneten Pflanze	0,620 Grm.	2,360 Grm.	4,180 Grm.

Die näheren Bestandtheile der ganzen Pflanze in den verschiedenen Perioden waren:

Zeit der Vegetation.	Gewicht der getrockneten Pflanze.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.	Stickstoff.	Mineralsubstanz.
19. Mai	0,62	0,232	0,036	0,318	0,011	0,023 Grm.
9. Juni	2,36	0,904	0,146	1,230	0,021	0,059 ,,
Zunahme vom 18. Mai bis zum 9. Juni.	1,74	0,672	0,110	0,912	0,010	0,036 Grm.
15. August	4,18	1,576	0,286	2,112	0,038	0,168 ,,
Zunahme vom 9. Juni bis zum 15. August.	1,82	0,672	0,140	0,882	0,017	0,109 Grm.

Schleiden und Schmid haben eine ähnliche Untersuchung hinsichtlich der Futterwicke mitgetheilt. Es wurde diese Pflanze zu vier verschiedenen Perioden ihrer Entwicklung untersucht; zuerst am 2. Juni, als die Pflanzen die ersten Blätter nach den Kotylebonen ziemlich entfaltet hatten, sodann am 12. Juli im Beginn der Blüthe, ferner etwas später, als die Schoten schon ziemlich ausgebildet, die Samen aber noch unreif waren, und endlich am 3. September zur Zeit der völligen Reife. Das Gewicht der ganzen Pflanze betrug in der

	Trockne Substanz.	Organische Substanz.	Mineral-Substanz.	
1. Periode	0,0326	0,0303	0,0023 Grm.	= 7,06 Proc.
2. ,,	0,9220	0,8050	0,1170 ,,	= 12,79 ,,
3. ,,	1,5590	1,4130	0,1460 ,,	= 9,36 ,,
4. ,,	2,1820	2,0180	0,1640 ,,	= 7,51 ,,

Hiervon kommt auf die einzelnen Theile der Pflanze in der

1. Periode:

	Trockne Substanz.	Mineral-Substanz.	
Stengel	0,0125	0,00076 Grm.	= 6,02 Proc.
Wurzeln	0,0072	0,00071 ,,	= 8,98 ,,
Samenschalen . . .	0,0044	0,00041 ,,	= 9,22 ,,
Kotyledonen . . .	0,0085	0,00045 ,,	= 5,23 ,,
	0,0326	0,00233 Grm.	

3. Periode:

	Trockne Substanz.	Mineral-Substanz.	
Stengel und Wurzel .	0,8760	0,10130 Grm.	= 10,58 Proc.
Samen	0,3790	0,01590 ,,	= 4,21 ,,
Hülsen	0,3040	0,02860 ,,	= 9,43 ,,
	1,5590	0,14580 Grm.	

4. Periode:

	Trockne Substanz.	Mineral-Substanz.	
Stengel und Wurzel .	0,6890	0,08200 Grm.	= 11,90 Proc.
Samen	1,0760	0,03700 ,,	= 3,44 ,,
Hülsen	0,4160	0,04400 ,,	= 10,78 ,,
	2,1810	0,16400 Grm.	

Ein Samenkorn wog im Mittel 0,04598 Grm., worin 0,04440 organische und 0,00158 Grm. mineralische Substanz sich befand. Ein Samenkorn enthielt an Elementarbestandtheilen:

Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Sauerstoff.	Asche.
0,02104	0,00304	0,00272	0,01760	0,00158 Grm.

Eine Pflanze erster Periode enthielt:

Stengel und Wurzel .	0,00885	0,00122	0,00180	0,00624	0,00147 Grm.
Samenreste	0,00590	0,00085	0,00076	0,00494	0,00085 ,,
	0,01475	0,00207	0,00256	0,01118	0,00232 Grm.

Eine Pflanze vierter Periode enthielt:

Stengel und Wurzel .	0,31011	0,04017	0,01626	0,23887	0,08357 Grm.
Samen	0,49227	0,07112	0,06370	0,41189	0,03701 ,,
Hülsen	0,19119	0,02584	0,00824	0,14789	0,04484 ,,
	0,99357	0,13513	0,08820	0,78965	0,16542 Grm.

Es ist aus diesen Untersuchungen der Wickenpflanze gefolgert worden:

Das Gewicht einer Pflanze der ersten Periode verhält sich zu dem des reifen Samens wie 1 : 1,29. Den absoluten Stickstoffgehalt kann man bis zur ersten Periode als unverändert ansehen, während von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff etwa ein Drittel verloren geht, welcher Verlust durch die bekannten Erscheinungen des Keimungsprozesses leicht zu erklären ist. Der Aschengehalt hat sich während dieser Periode um 47 Proc. vermehrt. Von der ersten bis zur vierten Periode nimmt die ganze Pflanze nicht bloß an Gewicht zu, es vermehren sich alle ihre einzelnen Bestandtheile und die Pflanze giebt von dem, was sie einmal aufgenommen hat, nichts wieder ab. Während sich die absolute Menge des Stickstoffes in der Pflanze von der ersten Periode bis zur vierten fast um das 35fache vermehrt, vermindert sich die relative Menge im Stengel in derselben Zeit von 9,11 Proc. auf 2,36 Proc. Je jünger die Pflanze ist, um so reicher ist sie an Stickstoff. Die Vermehrung des Kohlenstoffes ist 67-, die des Wasserstoffes 65fach von der ersten bis zur vierten Periode, vielleicht darf man beide als gleich ansehen, dagegen ist der Sauerstoff um das 71fache vermehrt, was auf Bildung organischer Säuren zu deuten scheint. Der absolute Aschengehalt steigt von der ersten bis zur vierten Periode auf das 70fache, die bedeutendste Zunahme aber, fast um das 50fache, findet innerhalb der Zeit statt, wo die Pflanze keimt, bis dahin, wo sie blüht; in dieser Periode ist der relative Aschengehalt am größten. Von der dritten zur vierten Periode vertheilt sich der Aschengehalt wesentlich anders in der Pflanze, indem sich die größere Menge dessel-

ben in die Hülsen und Samen zieht und den Stengel verhältnißmäßig arm zurückläßt, indessen ist in dieser Zeit schon ein Theil der unteren Blätter abgestorben und abgefallen. Endlich ergiebt sich als allgemeines Resultat, daß die bloße procentische Zusammensetzung der Pflanzenaschen keine Einsicht in die Vegetation der Pflanzen gestattet, die Aschenuntersuchungen müssen auf ein mittleres Gewicht der Pflanzen bezogen werden.

D. Bildung und Entwickelung der Pflanzenzelle.

Die chemische Thätigkeit, welche in der Pflanze das Wachsthum und die Entwicklung bedingt, ist in mancherlei Hinsicht eine andere, als die wir außerhalb des vegetabilischen Organismus, bei Gegenwart derselben Stoffe auftreten sehen. Die Erscheinungen der Lebensthätigkeit sind hauptsächlich in der Substanz und in der Form des organischen Individuums begründet; ich werde zunächst die letztere hier in der Kürze betrachten und sodann auch zur Charakteristik der ersteren noch Einiges mittheilen.

Schon der oberflächlichste Blick auf jede Pflanze zeigt, daß dieselbe ein ungleichartig zusammengesetztes Ganze bildet, sie besteht aus verschiedenen Organen, welche verschiedene Functionen ausüben und eine verschiedene Structur zeigen. Betrachtet man irgend einen Pflanzentheil im Quer- oder Längsschnitt unter einer nur einigermaßen starken Vergrößerung, so findet man, daß überall der größte Theil der vegetabilischen Masse aus mannichfach geformten kleinen Räumen, Bläschen oder Schläuchchen besteht, welche oft in ihrer äußeren Gestaltung eine gewisse Regelmäßigkeit zeigen, ganz ähnlich den Honigzellen der Bienen, — eine Aehnlichkeit, welche auch jenen Gebilden der Pflanzenwelt den Namen der P f l a n z e n z e l l e n verliehen hat. Besonders rein und unvermischt beobachtet man diese Zellen in den schwammigen und weichen Theilen der höheren Pflanzenfamilien, so in der Wurzel, im Mark, in den Früchten und in allen Pflanzen während der ersten Periode ihrer Entwicklung. Eine ganze große Abtheilung von Pflanzen, die sogenannten k r y p t o g a m e n G e w ä c h s e, die Algen, Pilze, Moose und Flechten, besteht einzig und allein aus einer Zusammenhäufung von verschiedenartig geformten Zellen, allein aus Z e l l e n g e w e b e, weswegen auch diese niedriger oder vielmehr einfacher organisirten Pflanzen mit dem gemeinschaftlichen Namen der Z e l l e n p f l a n z e n bezeichnet werden. Die Bildung und Vermehrung der Zelle ist physiologisch gleichbedeutend mit dem Wachsthum und der Entwicklung der ganzen Pflanze; wenn wir die erstere deutlich erkannt haben, so ist uns auch die letztere verständlich.

Um die Entstehung der Zelle zu begreifen, müssen wir dieselbe in ihrer einfachsten Form aufsuchen. Die einfachste Form der Zelle erkennen wir an

der untersten Stufe der Pflanzenwelt, in den staubartigen Pilzen, welche aus einer losen Zusammenhäufung von einzelnen Pflanzenzellen bestehen. Wo diese Pilze in einer Flüssigkeit sich erzeugen und vermehren, da ist der Bildungsprozeß des Organismus dem beobachtenden Auge am meisten zugänglich. Ein bekanntes Beispiel geben die Hefenpilze oder die Hefenkügelchen, welche in gährungsfähigen Flüssigkeiten sich erzeugen, in welchen sowohl stickstofffreie als stickstoffhaltige Stoffe aufgelöst sich befinden.

Der Verlauf der Zellenbildung und Vermehrung ist bei der Hefe im Ganzen derselbe, wie in allen übrigen Familien des Pflanzenreiches. Der stickstoffhaltige oder eiweißartige Bestandtheil der gährungsfähigen Flüssigkeit ist der erste Erreger der vegetabilischen Lebensthätigkeit; er geht aus dem auflöslichen in den unlöslichen Zustand über und scheidet sich in der Form von kleinen Kügelchen oder Körnchen aus, in welchen sich zuerst eine Höhlung bildet, deren Wand sodann an einer Seite blasenförmig auswächst und sich erweitert, so daß nach der Entstehung einer kleinen kugel- oder blasenförmigen Zelle das zuerst gebildete Körnchen (der Zellenkern) noch in der Zellenwand eingewachsen zu bemerken ist, wenn es auch später oft absorbirt wird und völlig verschwindet. Aus der einmal entstandenen Zelle erzeugen sich neue Zellen in großer Anzahl und mit großer Schnelligkeit. Die Vermehrung findet auf die Weise statt, daß ähnlich wie bei der Entstehung der ersten Zelle der eiweißartige Inhalt derselben wiederum theilweise zu einem kleinen Körnchen, dem Zellenkerne zusammentritt, welches entweder selbst zu einem neuen Zellenbläschen auswächst oder auch zu der Theilung der Mutterzelle in zwei Hälften die Veranlassung giebt, die durch eine allmälig entstehende Wand von einander abgeschlossen werden. Der in der Mutterzelle vorhandene Kern wird hierbei ebenfalls sehr häufig in zwei Theile zerlegt, von denen ein jeder einer neuen Zelle angehört, oder er verschwindet vor der Theilung und bildet sich dann oft nach derselben in jeder Zelle auf's Neue. Die erstere Art der Zellenvermehrung, die direkte Bildung der Zelle aus einem einzigen Kerne ist bei weitem die häufigere im Gewächsreiche, die Zellenbildung durch Theilung des Kernes beobachtet man unter den Zellenpflanzen nur bei der Mehrzahl der algenartigen Gewächse, und in den höher organisirten Pflanzen nur bei der Bildung des Samenstaubes, bei der Entstehung der Pollenzellen.

In der zarten Wand der jungen Zelle bemerkt man fast überall noch den Kern, welcher zu der ersten Bildung derselben Veranlassung gab, später verschwindet er gewöhnlich; zuweilen wächst der Kern noch nach der Bildung der jungen Zelle fort und trägt zur theilweisen Verdickung der Wand bei, welche auch durch den flüssigen Inhalt bewirkt wird, indem aus der Auflösung

eine halbflüssige, zum Theil körnige stickstoffhaltige Masse sich abscheidet und auf der inneren Seite der Zellenwand sich ablagert. Die Zellenwand selbst besteht anfangs aus einer ganz durchsichtigen, gallert-, gummi- oder schleimartigen Masse, welche erst nach und nach durch die Einwirkung des flüssigen Zelleninhalts in festen Zellenstoff oder den vegetabilischen Faserstoff umgewandelt wird. Wie außerordentlich schnell die Vermehrung der Zellen, unter gewissen Verhältnissen stattfinden kann, davon geben die Pilze einen Beweis und namentlich der Riesenbovist, bei dem nach Schleiden während seines Wachsthums in jeder Minute 20,000 neue Zellen gebildet werden.

Die einfachste Form der Zelle ist die mehr oder weniger regelmäßige Kugelgestalt; so findet sich dieselbe bei den Pilzen, so auch zuweilen in höheren Pflanzen, namentlich in mehreren saftigen oder schwammigen Früchten. Bei weitem häufiger ist aber in der Pflanzenzelle eine Abweichung von der ursprünglichen Form und die Umwandlung derselben zu einem vieleckigen Gebilde zu beobachten. Die Ursachen der mannichfachen Gestaltung sind entweder rein mechanischer Art oder sie sind in der eigenthümlichen Ernährung und Entwicklung der Pflanzenzelle selbst begründet. Die zuerst kugeligen oder sphäroidischen Zellen treten mit Ausnahme der allerniedrigsten Pflanzen sofort nach ihrer Entstehung zu einem organischen Ganzen, zu einem Zellengewebe zusammen; sie wachsen nach ihrer Bildung fort und nehmen an Umfang bis zu einem gewissen Punkte fortwährend zu; sie müssen also, weil sie bei ihrer Ausdehnung sich gegenseitig im Wege liegen, einen mechanischen Druck auf einander ausüben, welcher um so deutlicher sich zu erkennen giebt, je mehr das ganze Gewebe selbst noch seine weiche und elastische Beschaffenheit bewahrt hat, so daß es jedem äußeren Anstoß leicht ausweicht. Hierdurch wird nun schon eine vielfach polyedrische Form der Zelle entstehen: wenn der mechanische Druck von allen Seiten her gleichmäßig war, so bilden sich regelmäßige 6-, 8-, 12- oder mehrseitige Figuren, war der Druck ein einseitiger, so entstehen platte Zellen, entweder der Länge oder der Quere nach, war der Druck endlich ein vorherrschend zweiseitiger, so muß dieses zu der Entstehung langausgedehnter cylindrischer oder prismatischer Zellen die Veranlassung geben. Noch wichtiger aber für die Gestaltung der Zellen ist die ungleichartige Ernährung derselben und in deren Folge das Fortwachsen nach den verschiedenen Richtungen in ungleicher Stärke. Aus dieser Ursache entweder allein oder zugleich unter dem Einfluß des mechanischen Druckes entstehen polyedrische, platte, linsenförmige, schmal- oder breit-tafelförmige, bandartige oder auch strahlige und sternförmige, cylindrische, prismatische bis fadenförmige Zellen. Die Ursache dieser ungleichartigen Ernährung liegt zum Theil darin, daß die Zellen nur an den Seiten vollständig ernährt wer-

den können, an welchen sie mit anderen noch lebensthätigen Zellen in Berührung stehen; sind sie auf der einen oder an mehreren Seiten der äußeren Luft ausgesetzt oder auch mit saftlosen Räumen im Innern der Pflanze verbunden, so erfolgt natürlich von hier aus keine Ernährung und Vergrößerung der Zellen.

Bei einzelnen Pflanzen wächst die Zelle in einer bestimmten Richtung fast während der ganzen Lebensperiode fort, so bilden sich in mehreren algenartigen Gewächsen Zellen, welche bei nur geringem Durchmesser mehrere Zoll Länge besitzen Bei weitem häufiger hört aber früher oder später die Ausdehnung des Zellenraumes auf, ohne daß damit auch die Lebensthätigkeit im Innern desselben zu Ende wäre. Die Ernährung der Zelle wird noch weiter fortgesetzt, sie giebt sich jetzt aber kund vorzugsweise in einer Verdickung der Zellenwand, obgleich nicht selten gleichzeitig noch eine Ausdehnung derselben stattfindet. Es lagert sich eine feste Substanz schichtenweise auf der innern Seite der Zellenwand ab und zwar merkwürdiger Weise nicht gleichmäßig an allen Stellen, sondern in der Richtung einer Spirale, so daß zuerst ganz feine Spiralfasern sich bilden, welche allmälig an Dicke zunehmen und gewöhnlich in größerer Anzahl mit einander zu einer bandartigen Spirale verwachsen. Sehr oft findet während der ersten Ablagerung dieser Spiralschichten noch eine Ausdehnung der ursprünglichen Zellenwand statt, durch welche die noch zarten Fasern mechanisch zerrissen werden und nun ringförmig verwachsen, oder es bilden sich in Folge der mehrfachen Zerreißung der Spiralfasern eine Menge leerer Stellen an der Zellenwand, welche unter dem Mikroskope verschiedene, mehr oder weniger regelmäßige Figuren zeigt, die zu der Unterscheidung von Ringfaserzellen, Netzfaserzellen, Spiralfaserzellen, porösen Zellen &c. Veranlassung gegeben haben. Wo nämlich einmal eine Zerreißung der ursprünglichen Spiralfaser stattgefunden hat, wo also an der Zellenwand leere Stellen entstanden sind, da werden diese auch später nicht von der Verdickungsmasse bedeckt und überzogen, sondern die letztere lagert sich nur an den Stellen ab, wo schon etwas derselben Substanz vorhanden ist, aus Ursachen, welche in der gegenseitigen Anziehungskraft gleichartiger Stoffe begründet sind. Nur selten bemerkt man eine Ausnahme von dieser Regel, so daß in einer späteren Periode der Zellenentwicklung neue Verdickungsschichten auf die schon vorhandenen in abweichender Richtung sich ablagern, und nun aus einer früheren Spiral- oder Ringfaserzelle nachträglich vielleicht eine Netzfaserzelle gebildet wird.

Die Zelle erleidet oft eine noch weitere Veränderung. Es findet nämlich nicht selten nach der Ablagerung der Verdickungsschichten oder während derselben eine vollständige Auflösung der ursprünglichen Zellenwand statt,

und es bilden sich dann förmliche Oeffnungen und Löcher zwischen den Spiral- und Ringfasern, wenn diese nicht so nahe an einander liegen, daß sie vollständig den inneren Zellenraum abschließen und nun eine Zelle bilden, deren Seitenwände allein aus Fasern zusammengesetzt sind. Nicht allein an den Seiten verschwindet die primäre Zellenmembran, sondern auch die Querscheidewände oder die Häute, welche nach oben oder unten hin die einzelnen in derselben Längsrichtung liegenden Zellen von einander trennen, werden von Löchern und Spalten durchbrochen und nicht selten bis auf die letzte Spur von der mit ihnen in Berührung befindlichen Flüssigkeit resorbirt. Auf diese Weise entstehen communicirende Zellen, welche nun sehr bald ihren wässerigen Inhalt durch Austrocknen verlieren, weil die so entstandenen Röhren nicht mehr, wie die Zellen, die Fähigkeit der Aufnahme und Fortleitung des Pflanzensaftes besitzen. Diese Canäle nehmen nun statt des Saftes Luft in ihrem Innern auf und werden unter dem Namen der Gefäße von den in sich völlig abgeschlossenen Zellen unterschieden, und wie diese auch je nach ihrem Aussehen mit verschiedenen Namen, als Spiral-, Ringgefäße oder poröse Gefäße 2c. bezeichnet, je nachdem sie aus den gleichnamigen Zellen entstanden sind. Bemerkenswerth ist es, daß diese sogenannten Gefäße, welche gleichsam die höchste Entwicklungsstufe der Zelle darstellen, bei einer gewissen Klasse von Pflanzen gar nicht vorkommen, so bei den Pilzen, Flechten, Moosen und Algen, welche deswegen auch den besonderen Namen der Zellenpflanzen führen, während alle höheren Pflanzen, von den Farrenkräutern an aufsteigend, Gefäße enthalten und als Gefäßpflanzen bezeichnet werden.

E. Inhalt der Zelle, dessen Bildung und Fortbewegung in der Pflanze.

a. Nähere Bestandtheile der Zelle und ihres Inhalts.

Ueber die zur Bildung der Zelle und also für die Ernährung der Pflanze unentbehrlichen näheren Stoffe belehrt uns die einfachste Form der Pflanze, die Hefenzelle. Betrachtet man die Hefenkügelchen unter dem Mikroskope, so erkennt man, daß sie aus einer zarten festen Haut, der sogenannten Zellenwand und einem von der letzteren umschlossenen Flüssigkeit bestehen, in welcher oft kleine, mehr oder weniger deutlich begränzte Körnchen schwimmend oder sich an die feste Zellenwand anlegend bemerkt werden. Durch mechanische und chemische Mittel kann man den Inhalt der Zelle von der Zellenwand abscheiden und beiderlei Substanzen für sich der Elementaranalyse unterwerfen. Durch die letztere erfährt man, daß die Zellenwand bei der Hefe einzig und allein aus sogenannter Cellulose (Zellstoff) oder Holzfaser besteht, welche ihrer oben angegebenen Elementarzusammensetzung nach, als eine

Verbindung von Kohlenstoff und Wasser, mithin als ein Kohlenhydrat angesehen werden kann. Dieser Zellstoff bildet, wie in der Hefe, so überall, wenigstens in den niedrigeren, den Zellen-Pflanzen, und in allen jungen Pflanzentheilen den alleinigen Bestandtheil der Zellenwand; er ist für alle Flüssigkeiten und vollkommne Auflösungen durchdringlich. Wo aber die Zelle wie in den höheren Pflanzen mehrere Perioden ihrer Entwicklung zu durchlaufen hat, da lagern sich später noch andere Stoffe, von Außen her eindringend, zwischen der Cellulose ab, oder scheiden sich aus der innern Flüssigkeit aus und legen sich schichtenweise an die Zellenwand an, wodurch die letztere immer mehr verdickt wird. Bei den eigentlichen Holzzellen sind diese Verdickungsschichten ihrer Hauptmasse nach von einer dem ursprünglichen Zellstoff ähnlich zusammengesetzten Substanz gebildet, welche ebenfalls ein Kohlenhydrat ist und mit dem Namen des inkrustirenden Stoffes belegt worden ist. Das fertig gebildete Holz ist daher keine einfache Substanz, sondern als eine Verbindung von Zellstoff mit der inkrustirenden Substanz, oder als ein Gemenge von beiden anzusehen.

Der Zellstoff wie die inkrustirende Substanz sind entstanden aus einem in Wasser auflöslichen Körper. Untersucht man zunächst eine gährende Flüssigkeit, in welcher die Hefenzellen in großer Menge sich bilden, so findet man hier zweierlei Stoffe, aus welchen ihrer chemischen Zusammensetzung nach die Zellenwand allein kann gebildet worden sein, nämlich den Zucker und das Dextrin. Das Dextrin scheint der Pflanzenstoff zu sein, welcher zur Bildung der Zellenwand Veranlassung giebt, indem er in Cellulose sich verwandelt. Dieser Körper ist gleichsam eine Modifikation der Stärke, welche in Wasser leicht auflöslich ist, er hat genau dieselbe procentische Zusammensetzung wie die Stärke, und wird aus der letzteren sehr leicht gebildet, auf künstlichem Wege außerhalb des vegetabilischen Organismus bei Gegenwart verdünnter wässeriger Säuren oder Alkalien, so wie bekanntlich auch bei Gegenwart von Diastase bei höherer Temperatur und in der Pflanze selbst schon unter vielerlei Umständen bei gewöhnlicher Temperatur und ebenfalls häufig unter dem Einfluß einer stickstoffhaltigen diastasartigen Substanz. Das Dextrin bildet überall die Mittelstufe zwischen Stärke und Zucker; ehe der letztere Stoff durch Umwandlung aus der Stärke hervorgeht, wird zuerst Dextrin gebildet und erst dieses hat die Fähigkeit, unter geeigneten äußeren Umständen Zucker zu erzeugen, indem es Wasser in chemische Verbindung aufnimmt. Wie das Dextrin ein Mittelglied bildet zwischen der Stärke und dem Zucker, so vermittelt es ebenfalls den Uebergang von Stärke in Holzfaser. Wenn man bemerkt, daß die Stärke aus einzelnen Pflanzentheilen, wie aus den Wurzeln, dem Splinte &c. zu gewissen Zeiten verschwindet und vielleicht

in anderen Pflanzentheilen, z. B. in den Früchten wieder sich anhäuft, so kann die Stärke nicht direkt aus den ersteren in die letztere übergegangen sein, sie muß erst ihre lösliche Modifikation, welche wir Dextrin nennen, angenommen haben, und aus dieser Modifikation muß, je nach den Umständen entweder wiederum Stärke oder auch Holzfaser, Zucker oder andere Stoffe gebildet worden sein. So wie die Stärke aus Dextrin muß entstanden sein, und wir ebenso leicht wiederum aus der ersteren das letztere entstehen sehen, so hat auch die fertig gebildete Holzfaser die Fähigkeit, wiederum in Dextrin umgewandelt zu werden; schon außerhalb des Organismus sind wir im Stande, diese Umänderung durch Einwirkung eines gewissen Fermentes oder der concentrirten Schwefelsäure zu bewerkstelligen, und in der Pflanze selbst bemerken wir sehr häufig, daß der Zellstoff resorbirt wird, den auflöslichen Zustand des Dextrins annimmt und in seiner festen Form also gänzlich verschwindet. So ist also der Uebergang von Stärke in Dextrin und Zucker, wie auch umgekehrt die Entstehung von Stärke aus dem Zucker oder Dextrin, ferner die Umwandlung von Dextrin in Holzfaser und von Holzfaser in Dextrin durch zahlreiche Beobachtungen bewiesen und ist in der That in chemischer Hinsicht so einfach, daß nur eine geringe Menge Wasser entweder mit den vorhandenen Bestandtheilen der Stärke und des Dextrins gebunden oder aus der bestehenden Zusammensetzung herauszutreten braucht, um diese Umwandlung zu erklären.

Die Stärke tritt in der Form von mehr oder weniger regelmäßigen Kügelchen in der Pflanzenwelt auf, von denen jedes wiederum aus einer Menge dünner über einander liegender Schichten gebildet wird, deren Zahl um so größer ist, je vollkommner die Stärke ausgebildet ist. Alle diese einzelnen Schichten bestehen aus einer einzigen Substanz, nämlich aus Stärke, nur daß die inneren Schichten gewöhnlich etwas mehr Feuchtigkeit enthalten und lockerer sind, als die äußeren, und vielleicht zwischen denselben in der Feuchtigkeit aufgelöst Spuren von fremdartigen Substanzen mechanisch eingeschlossen vorkommen. Es finden sich in einzelnen Pflanzen und Pflanzentheilen andere der gewöhnlichen Stärke in Eigenschaften und Zusammensetzung sehr ähnliche Stoffe, so z. B. die Moosstärke, welche in den Zellenpflanzen (besonders in den Flechten, z. B. dem isländischen Moos) gebildet wird, und wiederum in verschiedenen Abarten auftritt. Weit häufiger im Pflanzenreiche ist das Inulin oder Dahlin, dessen Gegenwart besonders in den Wurzeln, z. B. der Dahlien, der Topinambur, des Alants ꝛc. nachgewiesen wurde und vielleicht ebenso häufig vorkommt, wie die eigentliche Stärke.

Ein dem Dextrin in seinen Eigenschaften und besonders in der Zusammensetzung sehr ähnlicher Stoff ist das Gummi, welches mit dem ersteren

sehr häufig verwechselt worden ist, dennoch aber eine im Organismus der Pflanze ganz anders sich verhaltende Substanz ist. Das Dextrin nämlich hat die Fähigkeit, wahrscheinlich unter Mitwirkung stickstoffhaltiger oder proteïnartiger Substanzen, mannichfache Umwandlungen zu erleiden, es ist von allen organischen Stoffen der am meisten bildungsfähige; das Gummi dagegen kann z. B. nicht, wie das Dextrin mittelst Diastas in Zucker umgewandelt werden, es ist ein Sekret der Pflanze, welches wahrscheinlich unter gewissen eigenthümlichen Verhältnissen aus dem Dextrin oder Zucker entsteht und dann als ein unbrauchbarer Körper aus dem Organismus der Pflanze austritt oder in den Intercellulargängen als eine gleichsam todte Masse zurückbleibt. Der Zucker läßt sich auch außerhalb des Organismus in Gummi verwandeln; bei der sogenannten schleimigen Gährung entsteht aus Zucker theilweise Gummi. Chemisch hat das gewöhnliche Gummi dieselbe procentische Zusammensetzung wie Stärke und Dextrin; die verschiedenen Gummiarten, deren es sehr viele giebt, zeigen nur geringe Schwankungen in ihren Elementarbestandtheilen, und immer sind die letzteren in solchen Verhältnissen vorhanden, daß die Gummiarten ebenfalls als Kohlenhydrate oder Verbindungen des Wassers mit Kohlenstoff angesehen werden können.

Der **Zucker** kommt im Pflanzenreiche vorzugsweise in zwei verschiedenen Arten vor, als sogenannter **Rohrzucker** und als **Trauben-** oder **Fruchtzucker**. Der erstere ist im Zuckerrohr vorhanden, auch in dem Safte der Rüben und des Ahornbaumes vorherrschend und unterscheidet sich von dem Traubenzucker schon im Aeußern durch seine leichte Krystallisirbarkeit, chemisch aber durch einen geringeren Wassergehalt. Der Rohrzucker verwandelt sich sehr leicht in Traubenzucker, z. B. bei der Gährung, durch Diastas und durch verdünnte Säuren. Der Zucker bildet sich zu gewissen Jahreszeiten in den verschiedenen Pflanzen und Pflanzentheilen in besonders großer Quantität, in den Früchten zur Zeit der Reife, in vielen Wurzeln im Spätsommer, in den Bäumen im Frühjahre, in allen jungen Pflanzen während der ersten Periode ihres Wachsthums. Man kann nicht ein einzelnes Organ, selbst nicht bei einer und derselben Pflanze als den Sitz der Zuckerbildung ansehen, sondern auch dieser Stoff wird wie alle Stoffe, welche im Pflanzenreiche allgemein verbreitet sind, in den verschiedensten Theilen der Pflanze erzeugt. Der Zuckerbildung geht, wie es scheint, die Bildung des Dextrins voraus; wenigstens hat man beobachtet, daß im Frühjahr der Birkensaft um so reicher an Zucker ist, je weiter derselbe von der Wurzel entfernt aufgesammelt wird, weil das Dextrin, welches in den unteren Theilen der Pflanze in großer Menge zugegen ist, bei dem Durchgange durch zahlreiche Zellen immer mehr in Zucker umgeändert wird. Der Zucker kann in Stärke übergehen, wie die

Stärkeanhäufung in den Körnern der Gräser, namentlich der Getreidearten deutlich beweist. In der Jugend sind diese und noch viele andere Pflanzen reich an Zucker, so z. B. der Maisstengel, bei der Ausbildung der Frucht verschwindet jener und es erzeugt sich aus demselben oft in großer Menge die Stärke. Ob der Stärkebildung stets die Zuckerbildung vorausgeht, ist nicht nachzuweisen, daß es oft der Fall ist, ist gewiß; jedoch scheint auch die Stärke ebenso wie die Holzfaser unmittelbar aus dem Dextrin gebildet werden zu können, so wie der letztere Körper umgekehrt leicht aus dem ersteren sich erzeugt. Auch der Zucker erleidet unter gewissen Umständen eine deutliche Rückbildung in Holzfaser oder Cellulose, wie man bei den süßen Früchten beobachtet, welche zuweilen ihre Süßigkeit dadurch verlieren, daß der Zucker großentheils in Cellulose sich verwandelt. Es ist unmöglich, die Ursachen aller dieser Fort- und Rückbildungen nachzuweisen; wir müssen uns begnügen, zu wissen, daß sie wirklich stattfinden und daß dieselben an sich für unsere Vorstellungen etwas Einleuchtendes haben, da alle die hier besprochenen Substanzen in ihrer chemischen Zusammensetzung so große Aehnlichkeit zeigen, indem sie sämmtlich durch alleinige Aufnahme oder Ausscheidung von Wasser oft schon außerhalb des vegetabilischen Organismus in einander übergehen und stets Wasserstoff und Sauerstoff in demselben quantitativen Verhältnisse enthalten, in welchem diese im Wasser vorkommen.

Die im Vorhergehenden aufgeführten Stoffe und vorzugsweise wohl zunächst die auflöslichen, wie Dextrin und Zucker, erleiden nun oft eine weitere Umwandlung und zwar in Folge sowohl der Oxydation, wie der Reduction. Der Pflanzenschleim oder die Pflanzengallerte gehört wie die Kohlenhydrate zu den allgemein verbreiteten vegetabilischen Stoffen; man findet die verschiedenen Arten der schleimigen Stoffe besonders in den Wurzeln und den Früchten vieler Pflanzen, zuweilen auch, wie das Gummi, in den Intercellulargängen angehäuft, von wo sie durch Oeffnungen in der Rinde nach Außen treten und sich dann also wie Secretionsprodukte verhalten. Weit häufiger aber ist die Pflanzengallerte ein wirklich wesentlicher und noch fortbildungsfähiger Bestandtheil der Pflanze, indem er unter dem Einfluß von verschiedenen organischen Säuren selbst in eine Säure, sogenannte Gallertsäure oder Pektinsäure übergeht und vielleicht auch an der Zuckerbildung in den reifenden Früchten Theil nimmt. Es gehören in diese Klasse eine große Anzahl von verschiedenen unter sich ähnlichen Stoffen; die schleimigen Stoffe werden Pflanzenschleim, die gallertartigen Pflanzengallerte oder Pektin und die sauren hierher gehörigen Produkte Gallertsäuren oder Pektinsäuren genannt, welche fast sämmtlich die Fähigkeit haben, mit verschiedenen Basen gallertartige Salze zu bilden.

Zu den Erzeugnissen des Pflanzenreiches, welche den Sauerstoff in bedeutend größerer Menge enthalten, als nöthig wäre, um mit dem vorhandenen Wasserstoff Wasser zu bilden, gehören vorzugsweise alle eigentlichen Pflanzensäuren, welche, wie die Aepfelsäure, Weinsäure, Citronensäure, Oxalsäure ꝛc. durch ihre leichte Auflöslichkeit in Wasser und durch ihren intensiv sauren Geschmack sich auszeichnen. Die Pflanzensäuren finden sich nicht in allen Theilen der Pflanze, sie erzeugen sich vorzugsweise in gewissen Pflanzen in besonders großer Menge. Dasselbe gilt von dem Gerbstoff, welcher wegen seiner Fähigkeit sich mit basischen Stoffen in bestimmten Verhältnissen zu verbinden auch Gerbsäure genannt wird, und sich bekanntlich in der Rinde gewisser Bäume, z. B. der Eiche in reichlicher Menge ansammelt. Von der Zusammensetzung und Bildungsweise der Pflanzensäure wird in einem anderen Kapitel die Rede sein.

Die Farbstoffe gehören nicht zu den allgemein im Pflanzenreiche verbreiteten Stoffen, sie finden sich nur in einzelnen Theilen, je nach der Pflanzenspecies an verschiedenen Orten entweder als kleine Kügelchen ungelöst im flüssigen Zelleninhalt suspendirt oder in demselben vollständig aufgelöst.

Von den vegetabilischen Substanzen, welche weniger Sauerstoff enthalten, als nöthig ist, um mit dem vorhandenen Wasserstoff Wasser zu bilden, gehören zunächst die Pflanzenfette, die öl- und wachsartigen Körper. Es scheinen die Fette hinsichtlich ihrer Entstehung im Organismus mit den Kohlenhydraten in nahem Zusammenhange zu stehen, wenigstens hat man die Beobachtung gemacht, daß im Zuckerrohr um so mehr Zucker enthalten ist, je weniger Wachs in demselben vorkommt. Es ist bemerkenswerth, daß die Fette stets in Begleitung von stickstoffhaltigen proteïnartigen Körpern vorkommen, und zuweilen sogar, wie es scheint, in chemischer Verbindung mit denselben. Die Fette und Oele sind in jedem Theile der Pflanze enthalten, jedoch sammeln sie sich in größerer Quantität vorzugsweise in den Samenkörnern an; die Bohnen enthalten z. B. 0,70, die Erbsen 1,2 bis 2,1, die trocknen Kartoffeln zuweilen bis 3 Proc. fettartiger Stoffe, und die eigentlichen Oelfrüchte, so der Lein, Raps, die Mandeln ꝛc. bekanntlich noch ungleich größere Mengen.

Die ätherischen Oele sind oft noch ärmer an Sauerstoff als die fetten Oele, sie haben aber ein großes Bestreben mit Sauerstoff sich zu verbinden und hierdurch in einen dickflüssigen Zustand überzugehen, in welchem Zustande sie dann häufig als Sekretionsprodukte in den Intercellulargängen oder auch in einzelnen Zellengruppen oder in dem Inhalte der Milchsaftgefäße sich ansammeln und in der Form von Balsam oder Harzen nicht selten

durch Oeffnungen in der Epidermis und Rinde aus dem Innern der Pflanze hervortreten, um an der Luft durch weitere Aufnahme von Sauerstoff vollends zu einem festen Harze zu erstarren. Zu diesen Excretionsstoffen gehört auch das Kautschuk, welches in dem Milchsafte verschiedener Pflanzen sich erzeugt, hier in der Gestalt kleiner unlöslicher Kügelchen vorkommt, welche wegen ihrer klebrigen Eigenschaften zu einem Ganzen zusammentreten, sobald der Saft aus dem Organismus der Pflanze abgeschieden wird.

In allen Pflanzen, mit Ausnahme der Pilze, Flechten und einiger Algen bemerkt man in ihren dem Lichte zugekehrten Theilen eine, freilich in verschiedenen Nüancen auftretende grüne Färbung, welche dem Vorkommen eines allgemein verbreiteten Farbstoffes zugeschrieben werden muß. Diesen Farbstoff nennt man Chlorophyll oder Blattgrün; er kommt nie im reinen unvermischten Zustande vor, sondern findet sich stets mit einer verhältnißmäßig bedeutenden Quantität Wachs gemengt, welches Gemenge gewöhnlich unter dem gemeinschaftlichen Namen des Chlorophylls zusammengefaßt wird. Der eigentliche grüne Farbstoff hat eine außerordentlich intensiv färbende Kraft, denn er findet sich oft nur in sehr geringer Menge vor. Er bildet sich nur unter dem Einfluß des Sonnenlichtes, dann aber auch sehr schnell, wie man in den farblosen Keimen der Pflanzen bemerkt, welche dem Sonnenlichte ausgesetzt sofort eine grüne Farbe annehmen; es ist daher wahrscheinlich, daß ein allgemein verbreiteter Pflanzenstoff vorhanden ist, der fortwährend unter dem Einfluß des Lichtes in Chlorophyll übergeht, und gleichsam als ein farbloses Chlorophyll anzusehen ist; man darf nicht dieses farblose Chlorophyll mit dem wachsartigen Körper, in dessen Begleitung es stets vorkommt, verwechseln; es ist unbekannt, in welcher Beziehung der letztere zu dem ersteren steht. Das Wachs sammelt sich in den grünen Theilen der Pflanze gegen den Herbst in immer größerer Menge an, es bleibt unzersetzt zurück, wenn auch der grüne Farbstoff, das Chlorophyll, in der weiteren Entwicklung der Pflanze zerstört wird, so in den grünen Früchten, wenn diese sich dem Zustande der Reife nähern und in den Blättern, wenn diese im Herbste sich roth und gelb färben. Es scheint nämlich das Chlorophyll, wie es unter dem Einflusse des Lichtes aus einem noch unbekannten Stoffe entsteht, so auch durch das Licht fortwährend wiederum eine Zersetzung zu erleiden; so lange nun noch der Stoff, aus welchem das Chlorophyll erzeugt wird, in hinreichender Quantität vorhanden ist, bleibt auch die grüne Farbe unverändert oder wird vielleicht durch eine größere Anhäufung des Chlorophylls noch intensiver; so wie aber gegen den Herbst der Vorrath an jenem Stoffe erschöpft ist, so wird das Chlorophyll zersetzt, ohne daß es aufs Neue gebildet wird, und es treten nun die verschiedenen Zersetzungsprodukte mit

ihrer eigenthümlichen gelben, rothen oder blauen Farbe hervor. Daß hier auch die Strukturverhältnisse der Pflanzentheile bei der Erzeugung des Chlorophylls eine Bedeutung haben, ergiebt sich daraus, daß durch örtliche Verletzungen eines Blattes, wie durch Insektenstiche, Hagelschlag 2c., diese Bildung aufgehoben wird, indem dann nur die zersetzende Kraft des Lichtes oder der Atmosphäre thätig ist und die Umänderung des grünen Farbestoffes in einen gelben oder rothen bewirkt, nicht aber neues Chlorophyll sich erzeugen kann. Das Chlorophyll kommt im Zellensafte in der Form von gallertartigen unregelmäßigen Körnchen vor, welche nur eine scheinbar größere Festigkeit annehmen, wenn sie andere Körper überziehen, z. B. die Stärkekügelchen, die oft deutlich und allmälig in farbloses Chlorophyll oder in die wachsartige Substanz übergehen. Sehr häufig bemerkt man einen Kern von Stärke in den Chlorophyllkörnchen, welcher Kern an Größe nach und nach abnimmt und endlich ganz verschwindet, wenn nämlich die Umwandlung der Stärke vollständig erfolgt ist. Aus der Stärke oder aus dem Wachse kann nicht unmittelbar das grüne Chlorophyll entstehen, denn dieses ist ein stickstoffhaltiger Körper, es muß also auch ein solcher an dessen Bildung Antheil haben.

Es ist bekannt, daß die Sauerstoffausscheidung aus der lebenden Pflanze nur mittelst der grünen Theile derselben, namentlich der Blätter geschieht. Wenn in den Blättern Wachs gebildet wird, so kann dieses nur auf dem Wege der Reduktion aus einem sauerstoffreicheren Körper geschehen und es muß entweder Sauerstoff frei werden oder gleichzeitig ein höher oxydirter Körper entstehen. Ohne Zweifel ist in dem Prozeß der Wachsbildung eine der vielen Quellen zu suchen, welche die Sauerstoffausscheidung in der Pflanze bewirken, und ohne Zweifel steht mit dieser Sauerstoffausscheidung die Bildung des Chlorophylls als eines ziemlich sauerstoffreichen Körpers in innigem Zusammenhange. Keineswegs aber kann die Ausscheidung der ganzen Sauerstoffmenge durch die in den Blättern und anderswo stattfindende Bildung von Wachs erklärt werden, und ebensowenig ist anzunehmen, daß die Kohlensäure einzig und allein in den Blättern zersetzt wird. Der Sauerstoff wird gewiß nicht immer direkt und allein aus der Kohlensäure und dem Wasser frei, sondern eine Menge anderer Reduktionsprozesse, welche eine fortdauernde Metamorphose der schon gebildeten vegetabilischen Stoffe bewirken, nehmen an der Ausscheidung von Sauerstoffgas Theil, so wie auch die Menge des entwickelten Sauerstoffes wiederum durch die unter gewissen Verhältnissen und in einzelnen Pflanzentheilen thätigen Oxydationsprozesse vermindert und überhaupt vielfach modificirt wird.

Allen bisher erwähnten vegetabilischen Substanzen steht eine Klasse von Produkten den Pflanzenreiches gegenüber, welche für die Entwicklung der

ganzen Pflanze und für alle in derselben auftretenden Prozesse von der höchsten Bedeutung ist; es sind die stickstoffhaltigen, sogenannten *eiweiß-* oder *proteïnartigen Körper*, welche unbestreitbar zu den durchaus wesentlichen, in jeder Pflanze und jedem Theile derselben nothwendig vorhandenen vegetabilischen Substanzen gehören. Selbst die jüngsten Theile der Pflanze und die einfachsten Formen derselben enthalten schon Proteïnkörper. Die Proteïnkörper können mancherlei Aenderungen unter einander erleiden, und, wie es scheint, gegenseitig in einander übergehen; die Zusammensetzung aller dieser Stoffe ist sehr nahe dieselbe; und ihre verschiedenen Eigenschaften sind hauptsächlich durch einen abweichenden Gehalt kleiner Mengen von Phosphor oder Phosphorsäure und von Schwefel bedingt, welche letztere Elemente jedoch kaum mehr als 1 Proc. der ganzen Substanz ausmachen. Nach ihrem Verhalten zu einigen Auflösungsmitteln kann man die verschiedenen Eiweißstoffe von einander unterscheiden; sind sie in heißem Wasser auflöslich, so nennt man sie *Legumin* (*Pflanzencasein* oder *Pflanzenkäsestoff*); sind sie in kaltem Wasser auflöslich, während sie beim Erhitzen der Flüssigkeit gerinnen, so heißen sie *Pflanzenalbumin* oder *Pflanzeneiweiß*; bereits im coagulirten Zustande in der Pflanze vorkommendes Eiweiß wird *Pflanzenfibrin* oder *Kleber* genannt, während der Stoff, welcher aus dem Kleber der Getreidearten mittelst Alkohol ausgezogen werden kann, den Namen des *Pflanzenleims* erhalten hat. Die genannten vegetabilischen Substanzen haben dieselben Eigenschaften und Zusammensetzung, wie die gleichnamigen Bestandtheile des thierischen Organismus, sie gehen mit der Nahrung, wie es scheint, unverändert aus dem Pflanzenreiche in das Thierreich über, indem nur die unlöslichen Modifikationen in die auflöslichen oder umgekehrt verändert werden. Auch in den Pflanzen selbst treten diese Umänderungen häufig ein, indem die auflöslichen eiweißartigen Substanzen schon bei Gegenwart von freien Säuren coaguliren und der in Wasser unlösliche Kleber durch Alkalien und kohlensaure Alkalien wieder aufgelöst und weiter fortgeführt werden kann.

Die genannten stickstoffhaltigen Verbindungen erleiden außerhalb des Organismus sehr leicht eine Umänderung und haben die Fähigkeit, auch auf andere selbst stickstofffreie Substanzen zersetzend einzuwirken, sie äußern diese zersetzende und umwandelnde Thätigkeit in vielerlei Prozessen, so bei der Gährung, Fäulniß ꝛc. Es ist gewiß, daß diese Körper auch im Organismus der Pflanze eine wichtige Rolle spielen, daß sie recht eigentlich das Anregende und Bestimmende bei der Stoffbildung und Umwandlung in der Pflanze ausmachen und daß bei völliger Abwesenheit derselben auch kein Zellstoff, keine Stärke und überhaupt keine organische Substanz erzeugt werden kann. Di

aber bei der Entwicklung der Pflanze die einmal gebildeten Proteïnkörper, wie es z. B. bei der Gährung geschieht, fortwährend wieder zerstört werden, um auf's Neue sich zu erzeugen, oder ob sie nur durch ihre Gegenwart thätig sind und einmal gebildet im Organismus sich erhalten, um bei der Reife der Pflanze in bestimmten Theilen sich auszuscheiden und anzusammeln, darüber läßt sich nichts Bestimmtes mittheilen. Die vegetabilischen Basen oder Alkaloïde sind gleichfalls stickstoffhaltige Körper, die aber nicht zu den allgemein verbreiteten Pflanzenstoffen gerechnet werden können, da sie im Gegentheil nur in einzelnen Gewächsen, namentlich in den Giftpflanzen vorkommen, z. B. das Strychnin, Brucin, Morphin (im Opium), Nicotin (im Tabak), Solanin (in den Kartoffelkeimen) 2c. Die Alkaloïde sind sämmtlich sehr heftig wirkende Gifte.

b. Die Constitution der vegetabilischen Stoffe.

Die organischen Körper sind in ihren letzten Bestandtheilen sehr einfach zusammengesetzt, sie bestehen fast ausschließlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff. Die procentischen Mengenverhältnisse, in welchen die genannten Elemente in den organischen Verbindungen enthalten sind, findet man durch das Mittel der Elementaranalyse; aus der procentischen Zusammensetzung ergiebt sich zuweilen schon die sogenannte empirische Zusammensetzungsformel des Körpers oder die Anzahl der Atome der einfachen Stoffe, welche zugegen sind. Dies genügt aber nicht, um das eigentliche Wesen der organischen Substanz zu begreifen, um deren rationelle Formel festzustellen oder ihre sogenannte chemische Constitution zu ergründen. Nicht selten findet man, daß zwei oder mehrere in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften sehr von einander abweichende Körper genau dieselbe procentische Zusammensetzung haben und zuweilen sogar eine gleiche Anzahl von Atomen enthalten; es muß daher die rationelle Formel oder die gegenseitige Lage der einzelnen Atome eine wesentlich verschiedene sein. Um über die letztere zu richtigen und klaren Ansichten zu gelangen, muß man die Bedingungen der Bildung der organischen Körper zu erforschen suchen, ihre chemischen Verbindungen mit anderen Stoffen analysiren und namentlich auch die Zersetzungen beobachten, welche sie unter dem Einfluß gewisser Agentien oder wechselnder äußerer Verhältnisse erleiden. Die Bildung der organischen Körper aus einigen wenigen unorganischen Verbindungen, aus Kohlensäure, Wasser und Ammoniak findet fast ausschließlich im vegetabilischen Organismus statt, nur in seltenen Fällen kann diese Bildung außerhalb der Pflanze künstlich durch des Menschen Hand bewirkt werden. Wir können daher auch nur ausnahmsweise die Art der Bildung gewisser organischer Substanzen

direkt beobachten und nur selten auf diesem Wege über deren chemische Constitution Aufklärung uns verschaffen, wie solches bei den mineralischen oder unorganischen Verbindungen überall geschehen kann. Das wichtigste Mittel, um die wirkliche nähere Zusammensetzung der organischen Körper zu erkennen, ist uns in deren Zersetzungsprodukten geboten; indem wir die Körper in einfachere Verbindungen zerlegen und die Eigenschaften der letzteren studiren, wird uns nach und nach eine klare Einsicht in das Wesen der organischen Welt eröffnet und in die Art und Weise, wie im Organismus der Pflanze die vegetabilischen Stoffe aus einfacheren Verbindungen entstehen und unter dem Einfluß der vorhandenen Verhältnisse mannichfache Metamorphosen erleiden.

Man erkennt bei dem Studium der organischen Körper bald, daß der chemische Charakter derselben weit mannichfaltiger ist, als bei den unorganischen Verbindungen; unter den letzteren unterscheiden wir nur Säuren, Basen, Salze und völlig indifferente Körper, während in der organischen Welt noch außerdem eine sehr große Anzahl von Verbindungen vorkommt, welche nicht in die Klasse der Säuren, Basen und Salze gestellt werden können und dennoch einen entschiedenen chemischen Charakter besitzen. Diesen chemischen Charakter erkennt man an der Bildung von Zersetzungsprodukten, welche unter sich und zu den ursprünglichen Substanzen in gewissen einfachen Beziehungen stehen. Die wichtigeren Punkte, in welchen die Zusammensetzung der organischen von derjenigen der unorganischen Verbindungen sich unterscheidet, sind in dem Folgenden angedeutet.

1. Die organischen Körper sind Verbindungen zusammengesetzter Radikale, welche sich ganz ebenso verhalten, wie die einfachen Radikale (Elemente) in der unorganischen Welt. Die Oxalsäure z. B. ist eine Verbindung von Sauerstoff mit einem zusammengesetzten Radikal, welches wie das Kohlenoxydgas aus gleichen Atomen Kohlenstoff und Sauerstoff besteht, aber immer zu Doppelatomen Verbindungen mit anderen einfachen oder zusammengesetzten Radikalen eingeht und daher durch die Formel $C^2 O^2$ oder $C^4 O^4$ und mit dem Namen Oxalyl bezeichnet wird; die rationelle Formel der wasserfreien Oxalsäure ist also $= C^2 O^2 + O$. Die Ameisensäure enthält ein Radikal, welches aus dem Radikal der Oxalsäure und 1 Aequivalent Wasserstoff besteht und Formyl genannt wird $= C^2 HO^2$; dieses Radikal nimmt 1 Aeq. Sauerstoff auf, um wasserfreie Ameisensäure zu bilden, deren wissenschaftliche Formel also $= C^2 HO^2 + O$ ist. Das Radikal, welches in dem Weingeiste enthalten ist, besteht aus Kohlenstoff und Wasserstoff $= C^4 H^5$ und heißt Aethyl; der Weingeist ist Aethyloxydhydrat $= HO + C^4 H^5 O$, das isolirte Aethyloxyd $= C^4 H^5 + O$ ist unter dem Namen der

Schwefeläther bekannt. Die meisten zusammengesetzten Radikale sind im isolirten Zustande nicht bekannt, aber die Zusammensetzung der in der Natur vorhandenen oder durch Kunst erzeugten Verbindungen beweist die Existenz der ersteren auf unzweifelhafte Weise.

2. Charakteristisch für viele organische Körper ist es, daß einzelne Bestandtheile derselben, namentlich der Wasserstoff, Atom für Atom durch andere einfache oder zusammengesetzte Radikale ersetzt werden können, ohne daß hierdurch der vorhandene chemische Charakter eine wesentliche Veränderung erleidet, wenn auch oft die physikalischen Eigenschaften des ursprünglichen Körpers andere werden. War der ursprüngliche Körper z. B. eine Säure oder Base, dann hat auch der neuentstandene Körper dieselbe chemische Beschaffenheit; es ist also auch nach der Ersetzung des Wasserstoffes durch ein anderes Radikal die ursprüngliche Anordnung der Moleküle, die gegenseitige Lage der Atome unverändert dieselbe geblieben. Eine solche Ersetzung des Wasserstoffes nennt man eine Substitution und die Produkte dieser Zersetzung Substitutionsprodukte. Der Wasserstoff kann zu gleichen Atomen durch Chlor, Brom, Jod und selbst durch zusammengesetzte Radikale, welche die Zusammensetzung der Untersalpetersäure (NO^4) und der schwefeligen Säure (SO^2) haben, substituirt werden. In der Natur selbst kommen freilich keine Substitutionen des Wasserstoffes durch die genannten Körper vor, aber die künstliche Darstellung dieser Verbindungen beweist zur Genüge, daß oft auch in der Pflanze die Umwandlung der Stoffe auf ganz ähnliche Weise stattfindet, indem andere zusammengesetzte Radikale die Stelle von Chlor, Brom, Untersalpetersäure rc. vertreten. Nicht alle organischen Körper können die oben angedeuteten Substitutionen erleiden, sondern nur solche, welche eine sehr constante Gruppe von Atomen enthalten, so daß die Anordnung der Moleküle, der Zusammensetzungstypus, selbst unter der Einwirkung sehr kräftiger Agentien keine Aenderung erleidet. Von solcher Art ist z. B. die Essigsäure, in welcher 1, 2 und selbst alle 3 Atome Wasserstoff ausgeschieden und durch eine gleiche Anzahl Atome Chlor substituirt werden können; ebenso wird in dem Aether oder Aethyloryd unter gewissen Umständen 1, 2, 3, 4 und selbst alle 5 Atome Wasserstoff durch 1, 2, 3, 4 oder 5 Atome Chlor ersetzt.

Es braucht kaum erwähnt zu werden, daß diese Substitution nicht zu verwechseln ist mit jener Art der Vertretung, welche ohne wesentliche Aenderung des chemischen Charakters der Körper so häufig bei unorganischen Verbindungen beobachtet wird und sich auf solche einfache oder zusammengesetzte Stoffe bezieht, welche einander in ihren chemischen Eigenschaften und Verwandtschaften sehr nahe stehen, wie die Vertretung von Sauerstoff durch

Chlor und namentlich durch Schwefel, die gegenseitige Vertretung von isomorphen Säuren oder Basen in den Salzen ꝛc. Diese Arten von Vertretung der Radikale findet man ebenso auch bei den organischen Verbindungen; die Substitution in organischen Substanzen betrifft aber gerade solche einfache und zusammengesetzte Radikale, welche, wie Wasserstoff, Chlor, Untersalpetersäure ꝛc. in ihren chemischen Verwandtschaften einander sehr fern stehen.

3. Eine wichtige Entdeckung der neueren Zeit auf dem Gebiete der organischen Chemie ist die der *homologen Reihen* oder der *homologen Substanzen*. Man versteht darunter solche Körper, welche in ihrer Zusammensetzung, in der Art ihrer Zersetzung, in ihren chemischen und oft sogar in ihren physikalischen Eigenschaften eine große Aehnlichkeit besitzen und in Folge dieser Aehnlichkeit eine natürliche Familie von Verbindungen zusammengesetzter Radikale bilden. Eine große Uebereinstimmung in ihren Eigenschaften zeigen namentlich die Körper, welche bei gleichem chemischen Charakter in ihren Formeln um CH oder um ein Multiplum von CH = n (CH) verschieden sind, und diese Verbindungen nennt man vorzugsweise *homologe Körper*; die Aehnlichkeit ist um so größer, je näher die einzelnen Glieder in der Reihe nebeneinander stehen, je weniger sie in ihrer Zusammensetzung von einander abweichen. Wenn man von einer bestimmten homologen Reihe ausgeht, so bilden die entsprechenden Zersetzungsprodukte oder Verbindungen der einzelnen Glieder immer wieder unter sich ähnliche homologe Reihen. Die Familie der Alkohole bildet eine homologe Reihe, in welcher aber noch viele Zwischenglieder fehlen oder bisher noch nicht entdeckt und dargestellt worden sind; die allgemeine Formel der Glieder dieser Reihe ist: $HO. C^n H^{n+1} O$, worin n immer eine gerade Zahl ist; die Alkohole sind daher Hydrate organischer Oxyde, welche *Aether* genannt werden und unter sich wieder eine homologe Reihe bilden. Die bis jetzt bekannten Alkohole sind:

Holzgeist (Methyl-Alkohol)	$HO. C^2 H^3 O$
Weingeist (Aethyl-Alkohol)	$HO. C^4 H^5 O$
Butylalkohol	$HO. C^8 H^9 O$
Fuselöl (Amyl-Alkohol)	$HO. C^{10} H^{11} O$
Aethal (Cetyl-Alkohol)	$HO. C^{32} H^{33} O$
Cerotin (Cerotyl-Alkohol)	$HO. C^{54} H^{55} O$
Melissin (Melyssyl-Alkohol)	$HO. C^{60} H^{61} O$

Das Wasser kann in den Alkoholen, nach Art der Hydrate der Metalloxyde durch eine wasserfreie Säure ersetzt werden und man erhält dann verschiedene homologe Reihen *zusammengesetzter Aetherarten*. Wenn aus der Verbindung der Alkohole 2 Aeq. Wasserstoff ausscheiden, so entsteht die Reihe

der Aldehyde, die wiederum durch Aufnahme von 2 Aeq. Sauerstoff in homologe Säuren sich verwandeln, welche die sogenannte Essigsäurereihe oder die Reihe der Fettsäuren bilden und also nach der allgemeinen Formel: $HO.\ C^n H^{n-1} O^3$ zusammengesetzt sind. Die homologe Reihe der Fettsäuren ist sehr vollständig bekannt; beispielsweise stelle ich hier die einzelnen Glieder derselben zusammen:

Ameisensäure . . .	$HO.\ C^2HO^3$	Lauro-Stearinsäure .	$HO.\ C^{24}H^{23}O^3$
Essigsäure	$HO.\ C^4H^3O^3$	Cocinsäure . . .	$HO.\ C^{26}H^{25}O^3$
Propionsäure . . .	$HO.\ C^6H^5O^3$	Myristinsäure . . .	$HO.\ C^{28}H^{27}O^3$
Buttersäure	$HO.\ C^8H^7O^3$	Cetinsäure . . .	$HO.\ C^{30}H^{29}O^3$
Valeriansäure . . .	$HO.\ C^{10}H^9O^3$	Palmitinsäure. . .	$HO.\ C^{32}H^{31}O^3$
Capronsäure	$HO.\ C^{12}H^{11}O^3$	Margarinsäure . .	$HO.\ C^{34}H^{33}O^3$
Oenanthylsäure . . .	$HO.\ C^{14}H^{13}O^3$	Stearinsäure . . .	$HO.\ C^{36}H^{35}O^3$
Caprylsäure	$HO.\ C^{16}H^{15}O^3$	Behensäure . . .	$HO.\ C^{12}H^{41}O^3$
Pelargonsäure	$HO.\ C^{18}H^{17}O^3$	Melissinsäure . . .	$HO.\ C^{60}H^{59}O^3$
Caprinsäure . . .	$HO.\ C^{20}H^{19}O^3$		

Von diesen Säuren haben die einander in der Reihe nahe stehenden sehr ähnliche Eigenschaften, wie z. B. die Ameisensäure, Essigsäure und Propionsäure; die entfernteren Glieder, wie Palmitinsäure, Margarinsäure und Stearinsäure sind unter sich wieder sehr ähnlich, aber wesentlich verschieden von den ersteren, mit welchen sie aber auch hinsichtlich ihrer physikalischen Eigenschaften durch Mittelglieder verbunden sind. Je mehr der Gehalt an Kohlenstoff steigt, um so höher liegt der Siedepunkt oder Schmelzpunkt der Säure, um so weniger ist dieselbe in Wasser auflöslich, je einfacher die Zusammensetzung ist, desto leichter bilden sich die Säuren durch Zersetzung aus mannichfachen Substanzen und namentlich auch aus den kohlenstoffreicheren Gliedern derselben Reihe. Besonders auffallend bemerkt man den Zusammenhang zwischen den Eigenschaften und der Zusammensetzung der homologen Körper in ihrem Siedepunkte; dieser steigt nämlich für je $C^2 H^2$, welche ein Glied der Reihe mehr enthält als das vorhergehende um 19°. Die Ameisensäure siedet bei 100°, die Essigsäure bei 119°, die Propionsäure bei 138°, die Buttersäure bei 157° ꝛc.; ebenso das essigsaure Methyloxyd bei 55°, das essigsaure Aethyloxyd bei 74° ꝛc.

Andere homologe Reihen sind die Oelsäurereihe = $HO.\ C^n H^{n-3} O^3$, ferner die Bernsteinsäurereihe = $2\ HO.\ C^n H^{n-4} O^6$, die Milchsäurereihe = $2\ HO.\ C^n H^{n-2} O^{10}$ ꝛc.

4. Außer den homologen Reihen kann man noch Klassen von organischen Stoffen bilden, welche den gemeinschaftlichen Charakter haben, daß sie sehr leicht und namentlich auch unter den im Organismus der Pflanze vorhandenen Verhältnissen in einander übergehen. Von solcher Art sind z. B.

organischen Körper, welche eine gleiche Anzahl Atome Kohlenstoff und Wasserstoff enthalten und nur durch einen abweichenden Gehalt an Sauerstoff sich unterscheiden, z. B. die Aepfelsäure = 2 HO. $C^8 H^4 O^8$ und die Weinsäure 2 HO. $C^8 H^4 O^{10}$, außerdem viele ätherische Oele und deren Oxydationsprodukte, die Harze. Andere Körper, wie die sogenannten Kohlehydrate (Stärke, Zucker, Gummi, Cellulose rc.), enthalten gleiche Kohlenstoffäquivalente, aber die Bestandtheile des Wassers in verschiedenen Verhältnissen; sie gehen ebenfalls gegenseitig in einander über unter Ausscheidung oder Aufnahme der Bestandtheile des Wassers. In ähnlicher Weise verhalten sich auch die Citronensäure = 3 HO. $C^{12} H^5 O^{11}$ und die Aconitsäure = 2 HO. $C^{12} H^4 O^{10}$ zu einander und viele andere organische Körper. Wieder andere Verbindungen sind in ihrer atomistischen Zusammensetzung nur durch die Bestandtheile von 1, 2 oder mehreren Aequivalenten Kohlensäure oder Kohlenoxyd verschieden und erleiden oft schon durch alleinige Anwendung einer höheren Temperatur eine gegenseitige Umwandlung.

5. Unter den organischen Verbindungen kommen sehr häufig sogenannte isomere Körper vor, welche bei gleicher procentischer Zusammensetzung ganz verschiedene Eigenschaften haben. Man unterscheidet drei verschiedene Fälle von Isomerie:

a. Metamere Körper nennt man solche, welche eine gleiche empirische, aber verschiedene rationelle Zusammensetzungsformeln besitzen, z. B. das ameisensaure Aethyloxyd und das essigsaure Methyloxyd. Beide Verbindungen enthalten eine gleiche Anzahl von Aequivalenten der einfachen Stoffe = $C^6 H^6 O^4$; die rationelle Formel der zuerst genannten Verbindung ist aber = $C^2 HO^3$. $C^4 H^5 O$, der anderen = $C^4 H^3 O^3$. $C^2 H^3 O$.

b. Die polymeren Körper haben eine verschiedene empirische Formel bei gleicher procentischer Zusammensetzung; die Anzahl ihrer Atome ist durch Multiplikation mit einer ganzen Zahl von einer einfacheren Formel abzuleiten oder die eine Verbindung enthält die doppelte, dreifache rc. Atomenzahl wie die andere. Viele Kohlenwasserstoffe, deren allgemeine Formel = n ($C^4 H^2$) oder n ($C^5 H^4$) ist, gehören in diese Klasse von organischen Körpern.

c. Die dritte Art der Isomerie bilden die im engeren Sinne sogenannten isomeren Körper, welche dieselbe empirische und rationelle Formel besitzen, soweit wenigstens die letztere bekannt ist. Da aber abweichende Eigenschaften vorhanden sind, so muß auch die Anordnung der Moleküle eine verschiedene sein; auf welche Weise dies der Fall ist, läßt sich bis jetzt nicht bestimmen. Viele ätherische Oele, wie Terpentinöl, Citronenöl, Nelkenöl rc. bestehen alle aus $C^{20} H^{16}$; ebenso haben einige Zersetzungsprodukte der Citronensäure, nämlich die Citraconsäure, die Itaconsäure und die Mesacon-

säure genau dieselbe empirische und scheinbar auch dieselbe rationelle Formel $= 2\ HO.\ C^{10}\ H^{4}\ O^{6}$.

6. Besonders eigenthümlich für die Bildungsweise organischer Körper ist das häufige Vorkommen von gepaarten Verbindungen, worunter man Verbindungen zweier Körper versteht, von denen der eine seinen ursprünglichen chemischen Charakter, z. B. seine Fähigkeit mit Basen oder Säuren in einem bestimmten Verhältniß sich zu verbinden, unverändert beibehalten hat, während der andere Körper in dieser Verbindung völlig indifferent sich verhält, selbst wenn er auch im isolirten Zustande einen entschieden chemischen Charakter zeigt; dieser zweite Körper heißt der Paarling. Die Schwefelsäure verbindet sich mit dem Aether, dem Indigo &c. zu gepaarten Körpern; auch paaren sich oft zwei Säuren, von denen dann die eine ihren chemischen Charakter einbüßt. In ähnlicher Weise mögen auch viele in der Pflanze vorkommende Körper zusammengesetzt sein, welche unter gewissen Einflüssen in einfachere Verbindungen wieder zerfallen und zu der Bildung neuer Stoffe Anlaß geben.

7. Endlich giebt es noch eine eigenthümliche Klasse von organischen Körpern, welche Rochleder mit dem Namen der Glucosegenide (Zuckerbilder) bezeichnet hat und die bei der Metamorphose der Stoffe in der Pflanze eine wichtige Rolle zu spielen scheinen. Es gehören hierher solche Pflanzenstoffe, welche unter Einwirkung von Fermenten und Säuren in Traubenzucker oder ein anderes in Traubenzucker überführbares Kohlehydrat und in eine andere Verbindung, seltener in zwei andere Körper zerfallen. Es sind meist indifferente, zuweilen schwach saure Stoffe und besitzen oft einen bitteren Geschmack; sie sind im Pflanzenreiche sehr verbreitet und vielleicht besitzt jede Pflanze die Fähigkeit, irgend ein Glucosegenid zu erzeugen. Zu den bekannteren gehören: Amygdalin, Salicin, Populin, Aesculin, Arbutin, die Galläpfelgerbsäure, die Chinovagerbsäure &c. Diese Körper haben keine übereinstimmende Constitution, aber alle bilden unter dem Einfluß von Fermenten und Säuren Traubenzucker, wobei die Zahl der vorhandenen Atome zuweilen keine Veränderung erleidet, oft aber gleichzeitig die Bestandtheile des Wassers aufgenommen werden. So zerfällt z. B. die Eichen- oder Galläpfelgerbsäure ($C^{18}\ H^{8}\ O^{12}$), wenn sie mit verdünnten Säuren erwärmt wird, unter Aufnahme von Wasser in Zucker ($C^{12}\ H^{12}\ O^{12}$) und in Gallussäure ($C^{14}\ H^{6}\ O^{10},\ 2\ HO$) nach der folgenden Gleichung: $3\ (C^{18}\ H^{8}\ O^{12}) + 12\ HO = 3\ (C^{14}\ H^{6}\ O^{10},\ 2\ HO) + C^{12}\ H^{12}\ O^{12}$.

c. Atomistische Zusammensetzung der wichtigeren Pflanzenstoffe.

In dem Folgenden gebe ich eine Uebersicht über die Zusammensetzung der wichtigeren Pflanzenstoffe und zwar in der Reihenfolge, wie sie mehr oder weniger häufig im Pflanzenreiche vorkommen.

Kohlehydrate: Cellulose = $C^{12} H^{10} O^{10}$; Dextrin = $C^{12} H^{10} O^{10}$; Traubenzucker = $C^{12} H^{12} O^{12} + 2 HO$; Fruchtzucker (Glucose) = $C^{12} H^{12} O^{12}$; Rohrzucker = $C^{12} H^{10} O^{10} + HO$; Stärke = $C^{12} H^{10} O^{10}$; Inulin = $C^{24} H^{20} O^{20}$; Gummi = $C^{12} H^{10} O^{10}$. Gallerte aus dem Holz und den Nadeln der Fichte = $C^{16} H^{10} O^{10}$.

Eiweißstoffe oder Proteïnkörper: Die procentische Zusammensetzung dieser Körper ist nach den neueren Analysen folgende:

	Pflanzenalbumin. Eiweiß.	Pflanzenfibrin. Kleber.	Pflanzenleim. Gliadin.	Pflanzencasein. Käsestoff.
Kohlenstoff	53,4	53,4	53,6	50,5 Proc.
Wasserstoff	7,1	7,1	7,1	6,8 „
Stickstoff	15,6	15,6	15,7	18,0 „
Sauerstoff	23,0	22,8	22,6	24,2 „
Schwefel	0,9	1,1	1,0	0,5 „
	100,0	100,0	188,0	100,0 Proc.

Die atomistische Zusammensetzung der Proteïnkörper ist bis jetzt nicht bekannt und noch weniger deren chemische Constitution. Die Zahl der Kohlenstoffäquivalente steht zu derjenigen der Stickstoffäquivalente in dem Verhältniß = 8 : 1, und in demselben Verhältniß ungefähr sind die Stickstoff- und Schwefeläquivalente zugegen. Aus dem chemischen Verhalten der Proteïnkörper kann man entnehmen, daß wenigstens 2 Aeq. Schwefel in ihnen chemisch gebunden vorkommen, so daß nach der einfachsten Annahme wenigstens 16 Aeq. Stickstoff und 128 Aeq. Kohlenstoff in einem Aequivalent eines eiweißartigen Körpers enthalten sein müssen.

Pflanzensäuren: Aepfelsäure = $C^{8} H^{4} O^{8} + 2 HO$; Kleesäure = $C^{4} O^{6} + 2 HO$; Weinsäure = $C^{8} H^{4} O^{10} + 2 HO$; Citronensäure = $C^{12} H^{5} O^{11} + 3 HO$; Pimarsäure = $C^{40} H^{30} O^{4}$; Pininsäure = $C^{40} H^{34} O^{4}$; Fumarsäure (oder Paramaleïnsäure) = $C^{4} H^{2} O^{4}$; Aconitsäure = $C^{4} H O^{3} + HO$; Salicylsäure = $C^{14} H^{5} O^{5} + HO$; Salicylige Säure = $C^{14} H^{5} O^{3} + HO$; Eichengerbsäure = $C^{18} H^{5} O^{9} + 3 HO$; Gallussäure = $C^{14} H^{2} O^{6} + 4 HO$; Chinovagerbsäure = $C^{14} H^{8} O^{7}$; Chinagerbsäure = $C^{14} H^{6} O^{7} + 2 HO$ rc. rc. Die fetten Säuren, deren Zusammensetzung oben angegeben wurde, kommen meistens in Verbindung mit dem Oxyde eines organischen Radikales

vor, mit dem sogenannten Lipyloxyd = $C^3 H^2 O$ oder $C^6 H^4 O^2$, welches bei Behandlung der Fette mit Alkalien unter Aufnahme von Wasser in Oelsüß oder Glycerylorydhydrat = $C^6 H^7 O^5 + HO$ übergeht.

Pektinstoffe: Pektin = $C^{64} H^{48} O^{64}$; Parapektin = $C^{64} H^{47} O^{63} + HO$; Metapektin = $C^{64} H^{46} O^{62} + 2\ HO$; Pektosinsäure = $C^{32} H^{20} O^{28} + 3\ HO$; Pektinsäure = $C^{32} H^{26} O^{28} + 2\ HO$; Parapektinsäure = $C^{24} H^{15} O^{21} + 2\ HO$; Metapektinsäure = $C^8 H^5 O^7 + 2\ HO$.

Aetherische Oele und Harze. Die meisten ätherischen Oele gehören der Gruppe der **Kamphene** an, welche nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen und nach der allgemeinen Formel $n\ (C^5 H^4)$ zusammengesetzt sind. Das Terpentinöl, Citronenöl, Copaivaöl, Wachholderbeeröl und das Kautschin haben alle dieselbe atomistische Zusammensetzung = $C^{20} H^{16}$. Die Harze entstehen aus diesen Oelen durch Oxydation; der gewöhnliche Campher hat die Formel $C^{20} H^{16} O^2$. Andere ätherische Oele sind sauerstoffhaltig, so das Anisöl, Fenchelöl und Esdragöl, welche einen gemeinschaftlichen Bestandtheil enthalten = $C^{20} H^{12} O^2$; das Römisch-Kümmelöl ist ein Gemenge zweier Oele, eines Kohlenwasserstoffes = $C^{20} H^{14}$ und eines sauerstoffhaltigen Oeles = $C^{20} H^{12} O^2$. Einige Oele enthalten auch Schwefel chemisch gebunden, sie gehören meistens der sogenannten **Allylgruppe** an, z. B. das Knoblauchöl = $C^6 H^5 S$, das Senföl = $C^8 H^5 NS^2 = C^6 H^5 . C^2 NS^2$, das Salbeiöl = $m\ (C^6 H^5) + nO$, Wurmsamenöl und andere Oele.

Glucosegenide: Salicin = $C^{26} H^{18} O^{14}$; Populin = $C^{40} H^{22} O^{16}$; Aesculin = $C^{42} H^{24} O^{26}$; Arbutin = $C^{32} H^{21} O^{21}$, Amygdalin = $C^{40} H^{27} NO^{22}$ 2c.

Vegetabilische Basen oder Alkaloide: Es giebt zwei Klassen von Alkaloiden, von denen die erste die **primären** Basen umfaßt, deren chemische Constitution derjenigen des Ammoniaks oder Ammoniumoxyds gleich ist, nur daß der Wasserstoff des Ammoniaks theilweise oder ganz durch zusammengesetzte Radikale vertreten ist. Die zweite Klasse bilden die **secundären** Basen, welche als gepaarte Verbindungen der primären Basen mit einer oder zwei nicht basischen Atomgruppen anzusehen sind. Die primären Basen sind meistens nur künstliche Zersetzungsprodukte organischer Körper, während die secundären Basen oft in der Natur fertig gebildet vorkommen, z. B. Morphin = $C^{34} H^{19} NO^6$; Narcotin = $C^{46} H^{25} NO^{14}$; Codeïn = $C^{36} H^{21} NO^6$; Chinin = $C^{20} H^{12} NO^2$; Chinidin = $C^{18} H^{11} NO$; Strychnin = $C^{42} H^{22} N^2 O^4$;

Brucin = $C^{46} H^{26} N^2 O^8$; Caffein oder Thein = $C^{16} H^{10} N^4 O^4$; Nicotin = $C^{10} H^7 N$ rc.

Die im Vorhergehenden genannten Pflanzenstoffe sind zum großen Theile ihrer chemischen Constitution nach, hinsichtlich ihrer näheren Bestandtheile unvollständig bekannt. Dies ist aber in einem noch weit höheren Grade der Fall bei den meisten in der Natur häufig vorkommenden Farbstoffen, Harzen, Bitterstoffen, Extractivstoffen rc., welche gewöhnlich Gemenge von mehreren Körpern sind und erst nach und nach einer gründlichen Untersuchung unterworfen werden können.

d. Die Metamorphosen in der Pflanze.

In einem früheren Kapitel habe ich nachgewiesen, welche Arten der Zersetzung die Hauptnahrungsmittel der Pflanze nach deren Aufnahme durch die letztere zunächst erleiden; die Kohlensäure zerfällt zunächst in Sauerstoff und Kohlenoxyd, das Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff und auch das Ammoniak nimmt nur selten als solches an der Bildung der vegetabilischen Stoffe Theil, sondern gewöhnlich erst, nachdem die Bestandtheile desselben eine andere Molekülar-Anordnung erhalten haben. In der wachsenden Pflanze sind also außer den unzersetzten Nahrungsstoffen die Bestandtheile derselben, nämlich das Kohlenoxyd, der Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff zugegen und zwar im Momente ihrer Freiwerdung aus vorher bestehenden Verbindungen, in welchem Zustande sie eine besonders kräftige chemische Verwandtschaft zu einander und die Fähigkeit haben, unter den im Organismus vorhandenen äußeren Verhältnissen, neue und eigenthümliche Verbindungen einzugehen. Welche Verbindungen hier zuerst entstehen, darüber können wir gewöhnlich keine direkten Beobachtungen anstellen, denn die Umwandlung der Stoffe erfolgt so rasch, daß wir nur die Endglieder der Metamorphose durch die Analyse der Pflanze ermitteln, nicht aber die Metamorphose selbst durch alle ihre einzelnen Phasen hindurch verfolgen können. Einige der sehr häufig und in fast jeder Pflanze vorkommenden Körper, wie die Cellulose, der Zucker rc. haben eine scheinbar sehr einfache Zusammensetzung, indem diese Körper ihrer procentischen Zusammensetzung nach als einfache Hydrate des Kohlenstoffes angesehen werden können. Die oben angegebene atomistische Zusammensetzung der sogenannten Kohlehydrate beweist aber, daß sie eine große Anzahl von Aequivalenten der einfachen Stoffe enthalten, daß daher auch wahrscheinlich ihre chemische Constitution eine ganz andere und weit complicirtere sein muß, als durch die Bezeichnung Kohlehydrat angedeutet wird. Wir können nur auf dem Wege der Analogie, aus der Art der Bildung chemischer Verbindungen außerhalb des Organismus Rückschlüsse

machen auf die Entstehung der eigenthümlichen Stoffe des Pflanzenreiches; wir müssen voraussetzen, daß auch hier zuerst organische Stoffe von einfacherer Zusammensetzung entstehen, Stoffe, welche hinsichtlich ihrer atomistischen Zusammensetzung der Kohlensäure, dem Wasser und dem Ammoniak ähnlich sind und daß erst durch weitere Umwandlung complicirter zusammengesetzte Körper gebildet werden, wenn auch diese Umwandlung oft sehr rasch stattfindet und weder dem Auge sichtbar noch durch chemische Mittel nachweisbar ist.

In neuerer Zeit hat namentlich Rochleder mit der chemischen Analyse der Pflanzen und mit der Art der Bildung der vegetabilischen Stoffe sich vielfach beschäftigt; nach seinem Vorgange gebe ich hier einige kurze Andeutungen über die Art und Weise, wie in der lebendenden Pflanze die Metamorphose der Stoffe wahrscheinlich stattfindet.

Von allen Bestandtheilen der Pflanzen stehen hinsichtlich ihrer Zusammensetzung die Oxalsäure ($C^2 O^3$ oder $C^4 O^6$) und die zwei ersten Glieder der Fettsäurereihe, die Ameisensäure und die Essigsäure, den allgemeinen Nahrungsstoffen der Pflanze, der Kohlensäure und dem Wasser am nächsten. Das Hydrat der Ameisensäure ist $= C^2 H O^3 + HO$; die wasserfreie Ameisensäure $= C^2 H O^3$ besteht aus einem zusammengesetzten Radikal, dem Formyl $= C^2 H O^2$ und 1 Aeq. Sauerstoff; das Formyl enthält 1 Aeq. Wasserstoff und die Bestandtheile des Radikales der Kohlensäure, des Kohlenoxydes $= C^2 O^2$. Das in der Pflanze aus der Kohlensäure gebildete Kohlenoxyd verbindet sich also mit 1 Aeq. Wasserstoff zu Formyl und dieses nimmt 1 Aeq. Sauerstoff auf, um Ameisensäure zu bilden. Wie wir im Stande sind in unseren Laboratorien unter gewissen Verhältnissen aus Oxalsäure und Wasser Ameisensäure und Kohlensäure zu erzeugen, so hat offenbar die Pflanze die Fähigkeit aus Ameisensäure und Kohlensäure die Oxalsäure zu bilden. Ameisensäure und Kohlensäure geben Wasser und Oxalsäure, indem der Sauerstoff der Kohlensäure mit dem Wasserstoff der Ameisensäure sich vereinigt: $C^2 H^2 O^4 + C^2 O^4 = C^4 O^6 + 2 HO$. Ameisensäure und Oxalsäure werden also die Ausgangspunkte, die ersten Glieder der Stoffreihen sein, aus denen sich die höher zusammengesetzten Verbindungen bilden.

Entstehung der Pflanzensäuren.

1. Die Aepfelsäuregruppe. Die Aepfelsäure, Weinsäure und Citronensäure kommen theils einzeln, theils gleichzeitig in vielen Pflanzen vor. Die Citronensäure ist nach Rochleder als zusammengesetzt zu betrachten aus 3 Aeq. Sauerstoff und einem Radikal, bestehend aus einer Verbindung des Radikales der Oxalsäure mit 1 Aeq. des Essigsäure-Radikales,

in dem 1 Aeq. Wasserstoff vertreten ist durch 1 Aeq. desselben Radikales: $C^{12} H^5 O^{11} = C^4 O^4 + C^4 H^2 O^2 (C^4 H^3 O^2) + 3 O$. Die **Aepfelsäure** besteht aus 2 Aeq. Sauerstoff und einem Radikale, das aus dem Radikale der Ameisensäure und einem anderen Radikale zusammengesetzt ist, welches durch Ersatz von 1 Aeq. Wasserstoff im Radikale der Ameisensäure durch 1 Aeq. des Essigsäure-Radikales entstanden ist: $C^8 H^4 O^8 = C^2 HO^2 + C^2 O^2 (C^4 H^3 O^2) + 2 O$. Die **Weinsäure** besteht aus 2 Aeq. Sauerstoff verbunden mit einem Radikale, das aus dem Radikale der Aepfelsäure und 2 Aeq. Sauerstoff zusammengesetzt ist: $C^8 H^4 O^{10} = (C^8 H^4 O^6 + 2 O) + 2 O$. Die Bildung der Citronsäure setzt also die der Oxalsäure und Essigsäure, die Bildung der Weinsäure und Aepfelsäure die der Essigsäure und Weinsäure voraus. Aus der Zusammensetzung erklärt sich das gleichzeitige Vorkommen der genannten Säuren in vielen Pflanzen, sowie der Uebergang der Weinsäure in Aepfelsäure (z. B. nach Liebig in den Früchten von Sorbus aucuparia).

2. Die **Fettsäuregruppe**. Wenn wir durch verschiedene Behandlung (Oxydation, Gährung ꝛc.) aus Zucker, ätherischen Oelen, Gliedern der Aepfelsäurereihe, eiweißartigen Körpern ꝛc. fette Säuren darstellen, so ist dies die Folge der Entstehung dieser Körper aus fetten Säuren. Alle diese Körper enthalten entweder die Radikale fetter Säuren oder die Radikale der Alkohole derselben. Die Erzeugung der fetten Säuren aus diesen Körpern durch Hülfe der Kunst ist eine regressive Metamorphose, wir führen die Körper in die Verbindungen zurück, aus denen sie zunächst entstanden sind. Der Pflanze muß die Fähigkeit zukommen, den Sauerstoff in der Ameisensäure durch Wasserstoff zu ersetzen und $C^2 H O^2$ in $C^2 H H^2$ umzuwandeln, wie wir mit Leichtigkeit aus dem Holzgeist Ameisensäure erzeugen können. Ist einmal Ameisensäure und Oxalsäure gegeben, so unterliegt die Bildung der höher zusammengesetzten fetten Säuren, sowie der Säuren der Aepfelsäuregruppe keinen Schwierigkeiten mehr. Wir können Essigsäure in Ameisensäure verwandeln, auf dem entgegengesetzten Wege erzeugt die Pflanze aus der Ameisensäure die Essigsäure.

Indifferente ätherische Oele.

Die meisten Körper dieser Gruppe enthalten die Kohlenstoff- und Wasserstoffäquivalente in dem Verhältniß wie 5 : 4 und sind entweder sauerstofffrei oder Oxyde, Hydrate oder Oxydhydrate dieser Kohlenwasserstoffe. Die Kamphene sind theilweise Produkte der Glieder der Fettsäurereihe, die durch Austritt von Sauerstoff entstanden sind; die ersteren erleiden eine Desoxydation und zerfallen unter Einwirkung anderer Körper, von Fermenten, in Kamphene

und in ein anderes, möglicherweise sauerstoffreicheres Produkt. So zerfällt z. B. das Pinipicrin, der Bitterstoff von Pinus sylvestris, in Ericinol und Zucker: $C^{44} H^{36} O^{22} + 4 HO = C^{20} H^{16} O^{2} + 2 (C^{12} H^{12} O^{12})$. Aus dem Ericolin von Ledum palustre läßt sich das Oel dieser Pflanze mit allen seinen Eigenschaften darstellen. Die Möglichkeit des Entstehens von sauerstofffreien Produkten durch Oxydation, durch Sauerstoff im Momente seiner Abscheidung, ist auch direkt von Kolbe durch Versuche nachgewiesen. Sauerstoff, der durch die Elektrolyse des Wassers frei wird, im Momente seiner Abscheidung mit essigsaurem Kali in Berührung, giebt kohlensaures Kali und Methyl, mit valeriansaurem Kali kohlensaures Kali und Valyl; beide Kohlenwasserstoffe entstehen durch Oxydation. Sauerstoff ist im statu nascendi überall in den Pflanzen vorhanden, wo sie von dem Lichte getroffen werden.

Die Entstehung der ätherischen Oele findet gleichzeitig mit der Bildung der Kohlehydrate statt.

Alkaloïde oder vegetabilische Basen.

Die Pflanzenbasen entstehen aus den Pflanzensäuren, unter Ausscheidung von Sauerstoff und unter dem Zutritt der Bestandtheile des Ammoniak, in welchem der Wasserstoff durch zusammengesetzte Radikale theilweise oder ganz vertreten ist; so ist die Bildung des Caffeïns aus der Kaffeegerbsäure und aus der nahezu gleich zusammengesetzten Boheasäure in den Blättern von Thea sinensis, unter Mitwirkung der Bestandtheile des Ammoniak nachgewiesen.

Glucosegenide und Kohlehydrate.

Die Glucosegenide sind wahrscheinlich Verbindungen von verschiedenen Kohlehydraten, $C^{2} H^{2} O^{2}$, $C^{4} H^{4} O^{4}$, $C^{12} H^{8} O^{8}$, $C^{12} H^{10} O^{10}$ ꝛc. mit anderen Substanzen, namentlich mit ätherischen Oelen. Der Zucker ist meist nicht fertig gebildet vorhanden, sondern entsteht erst durch Einwirkung des Fermentes oder von Säuren und Alkalien, entweder unter Aufnahme der Elemente des Wassers (z. B. $C^{12} H^{8} O^{8} + 4 HO$; $C^{12} H^{10} O^{10} + 2 HO$) oder durch Polymerisirung (z. B. 6. $C^{2} H^{2} O^{2}$). Ob diese Kohlehydrate aus Oxalsäure entstehen ist nicht nachgewiesen, aber wahrscheinlich; wenn die Oxalsäure 2 Aeq. Sauerstoff abgiebt und 4 Aeq. Wasserstoff aufnimmt, so entsteht ein Kohlehydrat: $C^{4} O^{6} - O^{2} + H^{4} = C^{4} H^{4} O^{4}$ oder $2 (C^{2} H^{2} O^{2})$. Die Glucosegenide sind wahrscheinlich in jeder Pflanze vorhanden und wenn sie auch oft nur in geringer Menge oder gar nicht nachweisbar sind, so können sie eben auch sehr schnell nach ihrer Bildung eine weitere Zersetzung erleiden. Die verschiedenen Kohlehydrate werden leicht in der Pflanze erzeugt, wenn

erst eins gebildet ist, da sie meist mit großer Leichtigkeit in einander übergehen.

In den Blättern von Ledum palustre, Arctostaphylos officinalis, Erica herbacea, Calluna vulgaris, Rhododendron ferrugineum, den Nadeln von Pinus sylvestris, den grünen Theilen von Thuja occidentalis und in anderen Pflanzen sind Stoffe aufgefunden worden, die durch Einwirkung von verdünnten Säuren bei höherer Temperatur oder auch durch Fermente, die in allen Pflanzen enthalten sind, in ein Kohlehydrat und in ein ätherisches Oel zerfallen. Die ätherischen Oele sind demnach Nebenprodukte der Erzeugung von Kohlehydraten. Die gebildeten ätherischen Oele werden entweder als solche in den Pflanzen aufbewahrt, oder sie gehen durch Sauerstoffaufnahme in Harz über, theilweise wohl auch in fette Säuren von niederer Zusammensetzung, wie z. B. das Terpentinöl in Ameisensäure ꝛc. Eine weitere Theilnahme an dem Stoffwechsel in den Pflanzen hat man keinen haltbaren Grund, den ätherischen Oelen zuzugestehen. Der Zucker kann in Cellulose übergehen, wie die Entwicklung der Samen zeigt. Pflanzen, die keine ätherischen Oele enthalten, produciren andere Substanzen, die durch Fermente in ein Kohlehydrat, das der Umwandlung in Cellulose fähig ist, und einen Stoff zerfallen, der nicht die Eigenschaften eines ätherischen Oeles besitzt. So enthalten die Salix- und Populus-Arten Salicin und Populin, Aesculus Hippocastanum das Aesculin, Materien, die durch Einwirkung von Fermenten neben einem Kohlehydrat einen anderen nicht flüssigen Stoff erzeugen. Während das durch Spaltung entstandene Kohlehydrat in Cellulose übergeht und zur Zellenbildung den Anstoß giebt, wird das zweite, neben dem Kohlehydrat gebildete Produkt, wenn es in Wasser löslich ist, weiter geführt und zu verschiedenen Funktionen verwendet werden, während es, wenn es in Wasser unlöslich ist, an der Stelle, wo es entstanden ist, sich ablagern und keine weiteren Metamorphosen erleiden wird. Es scheint demnach zwei Bildungsweisen von Cellulose zu geben, die sich dadurch von einander unterscheiden, daß bei der einen neben einem Kohlehydrat ein Stoff entsteht, der keine weitere Verwendung im Stoffwechsel findet, während bei der anderen eine lösliche Materie neben dem Kohlehydrat sich bildet, die zu weiteren Metamorphosen in andere Theile der Pflanze fortgeführt wird.

Eiweißstoffe oder Proteïnkörper.

Diese Stoffe sind, wie oben angedeutet wurde, sehr complicirt zusammengesetzt und daher auch wahrscheinlich Endprodukte des Stoffwechsels in der Pflanze. Daß zur Bildung dieser Körper Ammoniak oder wahrscheinlich eine andere stickstoffhaltige, unter Mitwirkung des Ammoniak gebildete Sub-

stanz nothwendig ist, geht aus ihrer Zusammensetzung hervor. Den Zersetzungsprodukten nach zu schließen, scheinen Glieder der Fettsäurereihe an der Bildung der albuminösen Materien Antheil zu haben oder, was dasselbe ist, die Radikale dieser Stoffe in den eiweißartigen Körpern vorhanden zu sein; vielleicht haben auch Kohlehydrate und noch andere Substanzen an deren Bildung Antheil.

e. Zusammenhang zwischen der Form der Gewächse und ihrer Zusammensetzung.

Daß ein nothwendiger Zusammenhang zwischen der Struktur oder der äußeren Form der Pflanzen und ihren Bestandtheilen vorhanden ist, kann der Natur der Sache nach nicht zweifelhaft sein; nur wird man diesen Zusammenhang nicht nach dem Vorkommen einzelner allgemein verbreiteter oder nur in geringer Menge auftretender und einer bestimmten Pflanze eigenthümlicher Stoffe beurtheilen dürfen. Man muß vielmehr das Ganze der Pflanze, alle ihre verschiedenen in größerer oder geringerer Menge vorhandenen Bestandtheile in ihrer Gesammtheit betrachten und das Verhältniß, in welchem sie hinsichtlich ihrer chemischen Constitution und hinsichtlich ihrer Bildung zu einander stehen, zu erforschen suchen. Es ergiebt sich dann aus bereits vorliegenden Untersuchungen, daß die einer und derselben natürlichen Familie angehörenden Pflanzen auch hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung eine große Aehnlichkeit zeigen, d. h. daß sie gewisse Stoffe enthalten, welche, wenn auch nicht völlig gleicher Natur, so doch derselben Stoffreihe, einer natürlichen Gruppe von organischen Verbindungen angehören, wodurch angedeutet wird, daß eine ähnliche Struktur auch die Bildung ähnlicher Körper bedingt. Die bisher noch überaus mangelhaften chemischen Analysen der Pflanzen gestatten kaum die ersten Anfänge einer Lehre hinzustellen, welche ohne Zweifel in Zukunft für die Botanik, die Pflanzenphysiologie und indirect auch für die Landwirthschaft eine große Bedeutung gewinnen wird. Ich muß mich hier darauf beschränken, über den Zusammenhang zwischen Form und Substanz der Pflanze einige wenige Bemerkungen mitzutheilen, welche ich den Arbeiten Rochleder's über diesen Gegenstand entlehne.

Aus den Untersuchungen, die in der Absicht ausgeführt wurden, die Fragen zu beantworten, ob eine bestimmte Beziehung zwischen Zusammensetzung und Form, oder, was dasselbe ist, Stellung im natürlichen Systeme nachweisbar sei oder nicht und worin diese Beziehung bestehe, haben sich Resultate ergeben, die auf eine unzweideutige Art diese Fragen zu beantworten gestatten, die beweisen, daß dieser Zusammenhang wirklich chemisch nachgewiesen werden könne, und zeigen, in welcher Weise er Statt habe.

Die Zusammensetzung mehrerer Pflanzen aus der Familie der Rubiaceen zeigt, daß kein einziger Bestandtheil allen diesen Pflanzen gemeinschaftlich ist, mit Ausnahme jener, die allen oder den meisten Pflanzen überhaup zukommen. Die Aehnlichkeit dieser Pflanzen in Betreff ihrer Form ist dahe nicht in dem Vorkommen eines gemeinschaftlichen Bestandtheiles begründet Es hat sich aber ergeben, daß jede (untersuchte) Pflanze dieser Familie eine Gerbstoff enthält, daß alle diese Gerbstoffe dieselbe Anzahl von Aequivalente Kohle und Wasserstoff bei wechselnden Mengen von Sauerstoff enthalten, da ferner die Constitution dieser Gerbsäuren eine ähnliche sei, denn es trete durch Einwirkung von Reagentien analoge Zersetzungsprozesse ein; von de 14 Aeq. Kohle und 8 Aeq. Wasserstoff treten je zwei Aequivalente aus, s daß Produkte gebildet werden, die auf 12 Aeq. Kohle 6 Aeq. Wasserstoff enthalten. Ein ähnliches Resultat gab die Untersuchung der Gerbsäuren, di in den Ericeen enthalten sind. Diese enthalten 14 Aeq. Kohle auf 6 Aeq Wasserstoff bei verschiedener Anzahl von Sauerstoffäquivalenten. Werden s der Einwirkung von Säuren ausgesetzt, so treten Sauerstoff und Wassersto in der Form von Wasser aus. — Diese Uebereinstimmung in der Zusammensetzung der Gerbstoffe ist weder bei den Rubiaceen, noch bei den Ericee der einzige nachweisbare Grund ihrer Formähnlichkeit. Die Untersuchun der Rubiaceen hat gezeigt, daß alle (untersuchten) Stellaten Citronensäure enthalten, alle Cinchonaceen Chinovasäure, während in den Psychotrieen ab wechselnd Citronensäure oder Chinovasäure (gepaart mit einem Kohlehydrat al Caïncasäure) vorkommen; nur in Cephaëlis Ipecacuanha kommt an dere Stelle eine reichliche Menge von Stärke und Gummi vor, die 12 Aeq. Kohl enthalten, wie die Chinovasäure und Citronensäure. Alle Stellaten enthalte ferner Rubichlorsäure, alle Cinchonaceen enthalten Chinasäure. Beide Säuren stehen in Bezug auf ihre Zusammensetzung und ihre Constitution de Gerbstoffen der Rubiaceen sehr nahe.

In den untersuchten Ericeen ist neben der Gerbsäure ein gemeinschaftlicher Bestandtheil, das Ericolin, enthalten, eine gepaarte Verbindung eine ätherischen Oeles, das 20 Aeq. Kohlenstoff enthält, wie die ätherischen Oel des Ledum palustre und Rhododendron ferrugineum, wie das Arctuvin welches, mit Kohlehydrat gepaart, als Arbutin in Arctostaphylus officinali enthalten ist, und das Gaultherol, während das sauerstoffhaltige Oel be Gaultheria procumbens eine Verbindung von Methyloxyd mit Salicylsäur ist, die in ihrer Zusammensetzung mit den Gerbsäuren der Ericeen übereinstimmt. Außerdem wurde aus Ledum palustre und Rhododendron ferrugineum Citronensäure dargestellt. Nach älteren Angaben, die geprüft werde müssen, enthält Calluna vulgaris Fumarsäure und Arctostaphylus officinali

Citronensäure. Wir sehen aus dem Angeführten, daß ein nachweisbarer Zusammenhang zwischen der Form der Gewächse und ihrer Zusammensetzung besteht.

Die Familienähnlichkeit der Pflanzen ist bedingt durch das gleichzeitige Vorhandensein mehrerer Stoffreihen. Als Glieder einer Stoffreihe sind anzusehen:

1. Materien, die eine gleiche Anzahl Aequivalente Kohlenstoff und Wasserstoff enthalten, bei wachsender Menge von Sauerstoff, z. B. die Gerbstoffe der Rubiaceen und Ericeen.
2. Substanzen, die mit einander homolog sind, z. B. Morphin und Codeïn, die verschiedenen Narkotine 2c.
3. Körper, die durch Substitution aus einander hervorgehen, z. B. Bittermandelöl und Benzoësäure.
4. Isomere Körper, die zwei Gruppen angehören, die ineinander übergeführt werden können, z. B. Bittermandelöl und salicylige Säure, da Salicylsäure in Monochlorbenzoësäure verwandelt werden kann.
5. Verbindungen eines und desselben Körpers mit mehreren andern Körpern (sowohl gepaarte, als gewöhnliche chemische Verbindungen), z. B. Knoblauchöl und Senföl, d. i. Allyl mit Schwefel und Schwefelcyan verbunden; Chinovasäure und Caïncasäure (= Chinovasäure mit Kohlehydrat gepaart).
6. Verbindungen verschiedener, einer Reihe angehöriger Körper mit verschiedenen anderen Körpern, wodurch Mittelglieder entstehen, die zwei Reihen gleichzeitig angehören können, z. B. Amygdalin, Salicin, Populin, Gaultheriaöl.
7. Körper, von denen einer in den andern mit Leichtigkeit übergeführt werden kann, z. B. Zimmtsäure und Bittermandelöl.
8. Alle Pflanzen einer Familie enthalten einen gemeinschaftlichen Bestandtheil, der die Stelle einer Reihe vertritt; hierzu läßt sich kein Beispiel anführen, da keine Pflanzenfamilie so vollständig untersucht ist, daß alle Species, die ihren Gattungen angehören, analysirt wären.

Die Analysen der Pflanzenasche können bis jetzt nicht benutzt werden, um weitere Bedingungen der Familienähnlichkeit der Pflanzen festzustellen. Wir wissen freilich, daß verschiedene Pflanzenfamilien, z. B. die Gramineen, Papilionaceen, Solaneen 2c. die einzelnen mineralischen Nahrungsstoffe in sehr verschiedener Menge zu ihrem vollkommnen Gedeihen erfordern und es lassen sich aus dieser Kenntniß schon jetzt wichtige allgemeine Folgerungen für die Cultur der Gewächse ziehen; für die Lehre aber des nothwendigen Zusammenhanges zwischen Form und Zusammensetzung der Pflanze nützt es wenig,

welche nun theilweise eine granulöse Beschaffenheit annehmen und in fade
förmigen Strömchen an der Zellenwand sich hinbewegen, während auch ei
zelne quer durch die Zelle laufende Fäden sichtbar werden. Diese Bewegu
scheint allen Pflanzenzellen gemeinschaftlich zu sein und steht ohne Zwei
mit der Assimilation und Umwandlung der Nahrungsstoffe in einem innig
Zusammenhange.

Der wässerige Pflanzensaft steigt von Zelle zu Zelle empor und verbrei
sich fortwährend in alle noch lebensthätigen Theile der Pflanze. An d
Oberfläche der Pflanze verdunstet in jedem Augenblicke Wasser, welches w
derum durch die Wurzeln dem Erdboden entzogen werden muß, wenn ni
der ganze vegetabilische Lebensprozeß wegen Mangel an Wasser verlangsa
und endlich völlig aufgehoben und so also der Tod der Pflanze herbeigefü
werden soll. Ich habe schon früher darauf aufmerksam gemacht, daß die U
sache der Aufnahme von Bodenfeuchtigkeit durch die Pflanze in der Wechs
wirkung, welche zwischen zwei Flüssigkeiten von verschiedener Concentrati
stattfindet, begründet ist, in dem Bestreben der concentrirteren Flüssigkeit,
einer verdünnteren Auflösung fester Substanzen sich ins Gleichgewicht zu setz
Daß ein solches Bestreben wirklich existirt, darüber kann, zahlreichen Beoba
tungen und Versuchen zufolge, kein Zweifel sein. Wenn die concentrirt
Flüssigkeit im Innern eines Gefäßes oder eines organisirten Körpers sich
findet, so daß also eine Aufnahme von Flüssigkeit von Außen her Statt h
so nennt man diesen Prozeß des Einströmens *Endosmose*, beobachtet m
dagegen ein Austreten der Flüssigkeit von Innen nach Außen, so bezeich
man dieses Verhalten mit dem Namen der *Exosmose*. Die angedeut
Wechselwirkung zweier Flüssigkeiten wird zwar modificirt, aber nicht auf
hoben, wenn dieselben durch eine thierische oder vegetabilische Membran
trennt sind. Man muß sich nämlich hier den Vorgang so denken, daß a
die Membran ein Bestreben hat, sich mit der Flüssigkeit zu sättigen, und zu
geschieht dies von beiden Seiten her; da aber fast ausschließlich von Sei
der concentrirteren Auflösung eine Aufnahme der Flüssigkeit stattfindet, so w
natürlich die der Membran entzogene Feuchtigkeit aus der mehr wässerig
Auflösung fortwährend wiederum ersetzt, und auf diese Weise ein förmlic
ununterbrochener Strom in einer bestimmten Richtung veranlaßt werd
Dieser Strom wird hinsichtlich seiner Stärke vielfach verändert, sowohl nach
Beschaffenheit des Zelleninhaltes, als auch nach der Natur der Zellenmemb
selbst. *Dutrochet*, dem wir die Entdeckung der Prozesse der Endosm
und Exosmose verdanken, hat über die Kraft der Anziehung zwischen versch
denen Auflösungen einige Beobachtungen angestellt, und gefunden, daß d
endosmotische Kraft sich bei Gummi, Zucker und Eiweiß in Bezug auf rei

Wasser, wie 1 : 2,11 : 2,30 verhält, so daß also, wenn in einer bestimmten Zeit von der Gummilösung 1 Theil Wasser angezogen wird, in derselben Zeit und bei derselben zwischen den Flüssigkeiten liegenden Membran, und bei gleicher Concentration, von der Zuckerlösung 2,11 und von der Eiweißlösung 2,30 Theile Wasser aufgenommen wird. Wie groß ferner diese endosmotische Kraft wenigstens in vielen Fällen sein muß; ergiebt sich aus der Beobachtung Dutrochet's, daß dieselbe beim Eiweiß einem Drucke von $2^1/_2$ Atmosphären das Gleichgewicht hält. In der Pflanzenzelle ist eine wechselnde Menge von eiweiß- oder überhaupt auflöslichen proteïnartigen Stoffen, ferner Dextrin, Gummi, Zucker und andere Körper zugegen, der Inhalt selbst also als ein Gemenge der Auflösungen dieser verschiedenen Substanzen anzusehen. Je nachdem der eine oder der andere der genannten Körper in der Flüssigkeit vorherrscht, ist auch das endosmotische Vermögen der letzteren verschieden. In der jungen Pflanzenzelle ist fast allgemein die Menge der Proteïnverbindungen und des Zuckers größer als in den älteren Zellen, in jenen ist daher auch das Bestreben, Feuchtigkeit dem Boden zu entziehen, beträchtlicher, sie enthalten stets mehr Wasser, sie sind saftreicher als die älteren Theile der Pflanze, in deren Zellen die Dextrin- und Gummilösungen vorherrschen, und namentlich die stickstoffhaltigen Substanzen in weit geringerer Menge auftreten. So wie also während des Vegetationsprozesses hier Dextrin in Zucker und dort umgekehrt Zucker in Dextrin übergeht, oder unlösliche Gebilde, wie Cellulose, Stärke &c. sich aus dem Pflanzensafte ausscheiden, muß stets und in jedem Augenblicke eine Aenderung im endosmotischen Verhalten der verschiedenen Flüssigkeiten eintreten, welche Modifikationen auch noch wesentlich durch die außerhalb der Pflanze vorhandenen Witterungs- und Temperaturverhältnisse, besonders durch die Stärke der Verdunstung bewirkt werden; niemals aber hört die Endosmose vollständig auf, so lange noch eine Spur von Lebensthätigkeit in der Pflanzenzelle vorhanden ist.

Auch die Strukturverhältnisse der ganzen Pflanze sowohl, wie jeder einzelnen Zellenmembran müssen eine Wirkung äußern auf das endosmotische Verhalten der Flüssigkeiten. Von der Struktur der ganzen Pflanze hängt wesentlich die Stärke der Ausdunstung ab, unter sonst gleichen äußeren und inneren Verhältnissen. In der Jugend der Pflanze, so lange alle Organe noch eine weiche, elastische, bildsame Beschaffenheit haben und die Epidermis noch für die Feuchtigkeit einen höheren Grad der Durchdringbarkeit besitzt, muß natürlich die wässerige Feuchtigkeit weit schneller verdunsten, als wenn bei weiterer Entwicklung die einzelnen Theile unter sich und gegen die äußere Atmosphäre durch dichtere und festere Gewebe sich mehr abgeschlossen haben. Daß auch die einzelnen Pflanzen in dieser Hinsicht ein verschiedenes Verhalten

zeigen, auch wenn man sie auf derselben Stufe der Entwicklung mit einande
vergleicht, ergiebt sich von selbst und bedarf keiner weiteren Ausführung.
Aber auch die verschiedenen Zellenmembranen, welche den Uebergang der Flü
sigkeiten vermitteln, müssen bei der Betrachtung der Endosmose in Erwägung
gezogen werden. Freilich sind unsere Kenntnisse in dieser Hinsicht noch seh
unvollkommen, und wir können nur aus dem Verhalten anderer, vorzugsweis
der thierischen Membranen auf das der vegetabilischen Gewebe Schlüsse ziehen,
sowie aus einigen allgemeinen Thatsachen über die Aufnahme und Verbrei
tung gewisser Stoffe im Organismus der Pflanze abnehmen, daß die ver
schiedenen Häute in derselben Pflanze, oder die analogen Membranen in de
verschiedenen Pflanzen hinsichtlich ihrer Durchdringbarkeit für dieselben Stoff
mancherlei Abweichungen zeigen. Man hat z. B. beobachtet, daß Wass
zum Alkohol übergeht, wenn beide Flüssigkeiten durch eine thierisch
Blase von einander getrennt sind, dagegen tritt das umgekehrte Verhältni
ein, wenn die trennende Substanz aus einem dünnen Kautschukhäutchen be
steht. Wenn man ferner eine thierische Blase mit Oel eingerieben und mi
einem Gemenge von Oel und Eiweiß angefüllt, in eine ähnliche Flüssigkei
hineinlegt, so läßt jene nur Oel durch sich hindurch, während dagegen nu
Eiweiß aufgenommen wird, wenn man zum Einreiben der Blase statt de
Oeles Eiweiß anwendete. Wir wissen endlich, daß aus den im Erdboden
vorhandenen wässerigen Lösungen der Mineralsalze, die letzteren keineswegs
in demselben Verhältnisse von den Wurzeln der Pflanze aufgenommen wer
den, als sie in dem Boden aufgelöst sich vorfinden, und daß also in den ver
schiedenen Pflanzen die aufgenommenen Mineralstoffe in quantitativer Hin
sicht ganz abweichende Verhältnisse zeigen. Diese Erscheinungen könne
allerdings zum großen Theile in dem Auftreten verschiedener chemischer Pro
zesse, und in der Erzeugung verschiedener Pflanzenstoffe ihre Erklärung finden
indem hierdurch je nach der thätigen Mitwirkung der einzelnen Mineralstoff
bei der Stoffbildung und Umwandlung auch eine stärkere oder schwächere An
ziehung und Aufnahme derselben stattfindet; daß aber auch die mechanisch
Beschaffenheit der Membran oder deren Struktur hierbei eine bedeutende Rolle
spielt, darüber kann kein Zweifel sein, wenn man bedenkt, daß trotz der große
Gleichförmigkeit der allgemein verbreiteten organischen Stoffe, namentlich i
der jungen Pflanze, dennoch so überaus abweichende quantitative Verhältniss
bei den Mineralstoffen in den verschiedenen Pflanzen, die auf einem und dem
selben Boden oder in derselben Flüssigkeit wachsen, beobachtet werden.

Was so eben von der einzelnen Zelle gesagt worden ist, gilt auch vo
dem ganzen Zellengewebe und von der ganzen Pflanze; überall mu
hier in Folge der endosmotischen Anziehung der verschiedenen Flüssigkeiten

eine stete Fortbewegung des Pflanzensaftes von Unten nach Oben und von Innen nach Außen stattfinden, zunächst veranlaßt durch das Verdunsten des Wassers von der Oberfläche der Blätter und aller saftigen Theile, und vielfach modificirt durch die Stoffbildung in den einzelnen Organen und durch die trennende Zellenmembran selbst. Es besteht in jeder Pflanze ein aufsteigender Strom des Saftes und der in demselben in vollkommener Lösung befindlichen festen organischen und unorganischen Substanzen. Der Strom geht von Zelle zu Zelle, so lange in dieser noch eine Lebensthätigkeit vorhanden ist, erst wenn die Zellenwand durch Ablagerung dicker Holzschichten für Flüssigkeiten undurchdringlich wird, oder wenn durch die Stärke der Strömung die Zwischenwände der Zellen zerrissen oder noch häufiger zu gewissen Perioden der Entwicklung wiederum von dem Safte selbst aufgelöst werden, so daß sich lange, ungetheilte Röhren, sogenannte Gefäße bilden, dann zieht sich aus denselben der Saft zurück, indem sie die Fähigkeit verlieren, neue Feuchtigkeit dem Boden zu entziehen, und an die Stelle des Pflanzensaftes tritt die Luft. Die oben unter dem Namen der Gefäße beschriebenen Elementarorgane der Pflanze führen im normalen Zustande stets Luft, nie eine Flüssigkeit, welche nur in einzelnen Fällen in dieselben austritt, wenn ein Uebermaß von Saft in der Pflanze enthalten ist, oder wenn vielleicht besondere Secrete aus den Zellen ausgeschieden und durch die Zellenwand in die angränzenden Gefäße hineingepreßt werden.

In der Pflanze existirt keine Circulation des Saftes, wie die des Blutes in den Thieren; es ist kein regelmäßiges Auf- und Niedersteigen der Flüssigkeiten zu beobachten, es giebt keinen rohen Saft, der von den Wurzeln aufgenommen bis zu den Blättern hingeführt würde und von hier gleichsam veredelt wiederum zurückkehrte. Allerdings muß man in der Pflanze eine Bewegung des Saftes nach allen Richtungen und namentlich auch von oben nach unten annehmen; es wäre sonst kaum zu erklären, auf welche Weise z. B. ein so rasches Wachsthum unter der Erde bei den knollentragenden und rübenartigen Gewächsen stattfinden könnte, welche die hierzu nöthige Nahrung doch wohl nicht ausschließlich mittelst der Wurzeln dem Boden zu entziehen vermögen; auch deuten manche Erscheinungen direkt auf ein Herabsteigen von organischen Stoffen in der Pflanze hin, z. B. die nach der Ablösung eines Theiles der Rinde rings um den Stamm des Baumes erfolgende Bildung eines dicken Wulstes oberhalb des Schnittes, ferner das sogenannte Ueberwallen bei der Weißtanne &c. Dieses Auf- und Absteigen des Saftes ist aber nicht, wie der Blutumlauf in den Thieren an bestimmte Gefäße und Zellenschichten gebunden, sondern dieselben Zellen können je nach den Umständen den Saft nach oben oder nach unten führen, indem alle in der Pflanze

zeigen, auch wenn man sie auf derselben Stufe der Entwicklung mit einander vergleicht, ergiebt sich von selbst und bedarf keiner weiteren Ausführung. Aber auch die verschiedenen Zellenmembranen, welche den Uebergang der Flüssigkeiten vermitteln, müssen bei der Betrachtung der Endosmose in Erwägung gezogen werden. Freilich sind unsere Kenntnisse in dieser Hinsicht noch sehr unvollkommen, und wir können nur aus dem Verhalten anderer, vorzugsweise der thierischen Membranen auf das der vegetabilischen Gewebe Schlüsse ziehen, sowie aus einigen allgemeinen Thatsachen über die Aufnahme und Verbreitung gewisser Stoffe im Organismus der Pflanze abnehmen, daß die verschiedenen Häute in derselben Pflanze, oder die analogen Membranen in den verschiedenen Pflanzen hinsichtlich ihrer Durchdringbarkeit für dieselben Stoffe mancherlei Abweichungen zeigen. Man hat z. B. beobachtet, daß Wasser zum Alkohol übergeht, wenn beide Flüssigkeiten durch eine thierische Blase von einander getrennt sind, dagegen tritt das umgekehrte Verhältniß ein, wenn die trennende Substanz aus einem dünnen Kautschukhäutchen besteht. Wenn man ferner eine thierische Blase mit Oel eingerieben und mit einem Gemenge von Oel und Eiweiß angefüllt, in eine ähnliche Flüssigkeit hineinlegt, so läßt jene nur Oel durch sich hindurch, während dagegen nur Eiweiß aufgenommen wird, wenn man zum Einreiben der Blase statt des Oeles Eiweiß anwendete. Wir wissen endlich, daß aus den im Erdboden vorhandenen wässerigen Lösungen der Mineralsalze, die letzteren keineswegs in demselben Verhältnisse von den Wurzeln der Pflanze aufgenommen werden, als sie in dem Boden aufgelöst sich vorfinden, und daß also in den verschiedenen Pflanzen die aufgenommenen Mineralstoffe in quantitativer Hinsicht ganz abweichende Verhältnisse zeigen. Diese Erscheinungen können allerdings zum großen Theile in dem Auftreten verschiedener chemischer Prozesse, und in der Erzeugung verschiedener Pflanzenstoffe ihre Erklärung finden, indem hierdurch je nach der thätigen Mitwirkung der einzelnen Mineralstoffe bei der Stoffbildung und Umwandlung auch eine stärkere oder schwächere Anziehung und Aufnahme derselben stattfindet; daß aber auch die mechanische Beschaffenheit der Membran oder deren Struktur hierbei eine bedeutende Rolle spielt, darüber kann kein Zweifel sein, wenn man bedenkt, daß trotz der großen Gleichförmigkeit der allgemein verbreiteten organischen Stoffe, namentlich in der jungen Pflanze, dennoch so überaus abweichende quantitative Verhältnisse bei den Mineralstoffen in den verschiedenen Pflanzen, die auf einem und demselben Boden oder in derselben Flüssigkeit wachsen, beobachtet werden.

Was so eben von der einzelnen Zelle gesagt worden ist, gilt auch von dem ganzen Zellengewebe und von der ganzen Pflanze; überall muß hier in Folge der endosmotischen Anziehung der verschiedenen Flüssigkeiten

F. Der Lebenslauf der Pflanze.

In dem Vorhergehenden sind alle Erscheinungen und Prozesse, welche hrend des Wachsthums und der Ernährung der Pflanze auftreten und sich tig zeigen, beschrieben und überhaupt das Wichtigere von dem mitgetheilt rden, was bisher dem Chemiker und Physiologen, oder beiden vereint ge- gen ist, über das vegetabilische Leben zu erforschen. Es wird, wie ich ube, dazu beitragen, von den erwähnten Prozessen und Erscheinungen, so- von ihrer vereinten Thätigkeit eine klare Anschauung zu gewinnen, wenn hier am Schlusse des allgemeinen Theiles dieses Werkes, in einem kurzen ckblick uns nochmals das Leben der Pflanze in seinen verschiedenen Ent- klungsperioden vergegenwärtigen. Wir werden im Folgenden Gelegenheit en, noch einige Verhältnisse im vegetabilischen Organismus zu berühren, che bisher keine Erwähnung gefunden haben, aber gleichwohl hier Beach- g verdienen, wo wir das Ganze des vegetabilischen Lebens oder die ein- en Erscheinungen in ihrem inneren Zusammenhange, und ihrer gegensei- n Abhängigkeit übersichtlich darstellen wollen.

Die erste Thätigkeit, welche man an einem keimfähigen Samenkorne erkt, wenn dieses dem Zutritt der Luft, Wärme und Feuchtigkeit ausge- wird, äußert sich in der Anziehung und Bindung des Wassers. Diese ziehung ist nach der Struktur des Samens eine verschiedene; entweder gt die Feuchtigkeit gleichzeitig von allen Seiten her ins Innere des Sa- s ein, wenn nämlich die Samenhüllen leicht durchdringlich für die Feuch- eit sind, so z. B. bei dem Leinsamen, oder die äußeren Häute lassen nur ig und langsam Feuchtigkeit hindurch und diese tritt dann vorzugsweise ch die sogenannte Naht oder den Nabel ein, an der Stelle, wo die Samen- en sich vereinigen. Hier liegt auch der Keim oder Embryo der jungen anze und stets zeigt die Feuchtigkeit ein großes Bestreben, mit dem Embryo Berührung zu treten, so daß auch nach der Lage desselben die Art der sseraufnahme zum Theil bestimmt wird. Es muß ferner die Schnellig- und die Größe der Wasseraufnahme auch durch die chemische Beschaffenheit Samenkornes bedingt sein; die auflöslichen stickstoffhaltigen, oder eiweiß- gen Stoffe haben ein weit größeres endosmotisches Vermögen, also äußern weit größere Anziehung zu der Feuchtigkeit, als die stickstofffreien Sub- zen, Dextrin, Gummi 2c., ganz besonders, wenn diese, wie die Stärke, öslich sind in Wasser. Es sind bei den meisten Samenkörnern die stick- haltigen Bestandtheile, welche sich vorzugsweise zuerst mit Wasser sätti- und dieses erst später auch den übrigen Substanzen nach und nach mit- len; gewöhnlich ist der Keim selbst und dessen Umgebung besonders reich

an stickstoffhaltigen Stoffen, und es muß schon aus diesem Grunde die Feu
tigkeit des Bodens zunächst und vorzugsweise mit dem Embryo oder Kei
in Berührung treten. Den stickstoffhaltigen Substanzen verhalten sich
physikalischer Hinsicht sehr ähnlich die schleimigen Stoffe, welche ebenfa
zuweilen im Samen in größerer Menge vorhanden sind; auch diese zie
Feuchtigkeit mit großer Kraft an und theilen dieselbe den Umgebungen m
In dem Leinsamen sind z. B. die Zellen unter der Oberhaut des ganzen S
menkornes mit schleimigen Stoffen angefüllt und deswegen erfolgt hier d
Eindringen der Feuchtigkeit ziemlich gleichmäßig von allen Seiten her.

Die Aufnahme von Feuchtigkeit durch das Samenkorn ist die Fo
eines rein physikalischen Prozesses, welcher sich auch noch dahin äußert, d
zunächst die Theile des Embryos und seiner Umgebung aufschwellen, währ
zugleich die ausgetrockneten Zellenwandungen ihre frühere Geschmeidigk
und Durchdringbarkeit für Flüssigkeiten und Auflösungen wieder erhalt
Mit dem Wasser treten auch die in demselben aufgelösten Stoffe mit den B
standtheilen des Samenkornes in Wechselwirkung, es beginnt eine chemis
Thätigkeit von Materie auf Materie. Bekanntlich ist es der freie Sauerst
welcher viele in der Natur auftretende chemische Prozesse einleitet; auch
Keimprozeß ist bedingt durch die Gegenwart und die Wirkung des Sau
stoffes. Ohne Zweifel sind es die stickstoffhaltigen Stoffe, welche zuerst e
Umänderung erleiden, es bildet sich unter Aufnahme von Sauerstoff aus d
Kleber oder Eiweiß ein neuer Körper, die sogenannte Diastase, welche
durch den Sauerstoff erregte chemische Thätigkeit auch auf die stickstofffre
Substanzen überträgt. Es tritt nun eine Wechselwirkung zwischen der D
stase und den ursprünglichen Bestandtheilen des Samenkornes ein, un
Mitwirkung des Sauerstoffes und des Wassers, eine Thätigkeit, welche
in chemischer Hinsicht in den stärkemehlhaltigen Samenkörnern zunächst a
dreierlei Weise zu erkennen giebt, in der Umwandlung der Stärke in Dext
und Zucker, in der Entweichung von Kohlensäure, und in dem Austre
eines Theiles des vorhandenen Sauerstoffes und Wasserstoffes in der Fo
von Wasser. In Folge der beiden letzteren Erscheinungen zeigt sich e
Verminderung des absoluten Gewichtes im Samenkorne. Es ist keineswe
klar, auf welche Art diese verschiedenen Erscheinungen bewirkt werden. D
Diastase ist ihrer Zusammensetzung nach nicht bekannt, sie kann aber mö
licherweise entstehen aus dem Kleber oder Eiweiß durch direkte Aufnahme d
Sauerstoffes; ob aber die gebildete Diastase die Umwandlung der Stärke
auflösliches Dextrin und in Zucker bewirkt, oder ob hierbei andere Substanz
thätig sind, darüber fehlen uns alle direkten Beweise. Die Diastase h
allerdings die Fähigkeit, jene Umwandlung der Stärke auch außerhalb d

ganismus, bei höherer Temperatur, zwischen 40° und 60° zu bewirken, gewöhnlicher Temperatur erfolgt diese Einwirkung keineswegs; es müssen o in dem keimenden Samenkorn außer der Diastase noch andere Stoffe e chemische Thätigkeit ausüben oder hierbei die organische Struktur des menkornes irgend eine uns unbekannte Rolle spielen. Wir wissen, daß uerstoff von dem keimenden Samen absorbirt wird und dafür Kohlensäure d Wasser austreten; wir wissen aber nicht, auf welche Weise die Bildung letzteren Verbindungen erfolgt, ob nämlich der atmosphärische Sauerstoff ächst auf den Wasserstoff der organischen Substanz oder auf den Kohlen- f seine Wirksamkeit äußert. Aus Gründen der Analogie halten wir es für hrscheinlich, daß der Sauerstoff zuerst mit dem Wasserstoff zu Wasser sich bindet, und nun die übrigbleibenden Bestandtheile der Stärke oder eines deren organischen Körpers, also der Kohlenstoff und Sauerstoff theilweise Kohlensäure zusammentreten und als solche entweichen. Auch die stick- fhaltige Substanz, der Kleber oder die neu entstandene Diastase muß wäh- d des Keimens eine theilweise Zersetzung erleiden, auch diese Stoffe müssen Bildung und Ausscheidung von Kohlensäure, Wasser und vielleicht auch moniak beitragen. Es muß endlich noch erwähnt werden, daß das Sa- nkorn gleichzeitig mit der Feuchtigkeit stets auch schon mineralische Stoffe sich aufnimmt, zuerst ohne Zweifel nur in Folge des endosmotischen Ver- tens der betreffenden Organe und in diesem Falle ohne eine andere Wahl beobachten, als die, welche durch die verschiedenartige Durchdringbarkeit vegetabilischen Membran selbst gegeben ist; später aber, wenn erst die nische Thätigkeit erwacht ist, und die Umwandlung und Zersetzung der anischen Verbindungen erfolgt, dann wird außer der physikalischen auch chemische Anziehung der neu sich bildenden Stoffe zu den Mineralsubstan- auf die Aufnahme der letzteren in qualitativer, wie besonders in quanti- ver Hinsicht von wesentlichem Einfluß sein. Auffallend ist, daß in der gen Pflanze, wie z. B. bei dem Hafer, die Chloralkalien in verhältniß- äßig großer Quantität auftreten, während dieselben von der mehr entwickel- Pflanze oft gar nicht aufgenommen werden. Ob diese Erscheinung zu Bildung der ersten Keime selbst in irgend einer Beziehung steht, ist unbe- nt; vielleicht erfolgt die Aufnahme der Chloralkalien nur aus dem Grunde, in der jungen Pflanze die Wandungen der Wurzelzellen noch sehr dünn und alle im Boden vorhandenen leicht löslichen Mineralstoffe in ziemlich cher Menge hindurchgehen lassen; später dagegen, wenn mit dem Eintreten Blüthe, wenigstens bei den Halmfrüchten, die weitere Ausbreitung der rzeln fast aufhört, muß eine Verdickung der Wände der Wurzelzellen ein- en und dadurch wahrscheinlich die Aufnahme einzelner Mineralsalze mehr

an stickstoffhaltigen Stoffen, und es muß schon aus diesem Grunde die Feuchtigkeit des Bodens zunächst und vorzugsweise mit dem Embryo oder Keime in Berührung treten. Den stickstoffhaltigen Substanzen verhalten sich in physikalischer Hinsicht sehr ähnlich die schleimigen Stoffe, welche ebenfalls zuweilen im Samen in größerer Menge vorhanden sind; auch diese ziehen Feuchtigkeit mit großer Kraft an und theilen dieselbe den Umgebungen mit. In dem Leinsamen sind z. B. die Zellen unter der Oberhaut des ganzen Samenkornes mit schleimigen Stoffen angefüllt und deswegen erfolgt hier das Eindringen der Feuchtigkeit ziemlich gleichmäßig von allen Seiten her.

Die Aufnahme von Feuchtigkeit durch das Samenkorn ist die Folge eines rein physikalischen Prozesses, welcher sich auch noch dahin äußert, daß zunächst die Theile des Embryos und seiner Umgebung aufschwellen, während zugleich die ausgetrockneten Zellenwandungen ihre frühere Geschmeidigkeit und Durchdringbarkeit für Flüssigkeiten und Auflösungen wieder erhalten. Mit dem Wasser treten auch die in demselben aufgelösten Stoffe mit den Bestandtheilen des Samenkornes in Wechselwirkung, es beginnt eine chemische Thätigkeit von Materie auf Materie. Bekanntlich ist es der freie Sauerstoff, welcher viele in der Natur auftretende chemische Prozesse einleitet; auch der Keimprozeß ist bedingt durch die Gegenwart und die Wirkung des Sauerstoffes. Ohne Zweifel sind es die stickstoffhaltigen Stoffe, welche zuerst eine Umänderung erleiden, es bildet sich unter Aufnahme von Sauerstoff aus dem Kleber oder Eiweiß ein neuer Körper, die sogenannte Diastase, welche die durch den Sauerstoff erregte chemische Thätigkeit auch auf die stickstofffreien Substanzen überträgt. Es tritt nun eine Wechselwirkung zwischen der Diastase und den ursprünglichen Bestandtheilen des Samenkornes ein, unter Mitwirkung des Sauerstoffes und des Wassers, eine Thätigkeit, welche sich in chemischer Hinsicht in den stärkemehlhaltigen Samenkörnern zunächst auf dreierlei Weise zu erkennen giebt, in der Umwandlung der Stärke in Dextrin und Zucker, in der Entweichung von Kohlensäure, und in dem Austreten eines Theiles des vorhandenen Sauerstoffes und Wasserstoffes in der Form von Wasser. In Folge der beiden letzteren Erscheinungen zeigt sich eine Verminderung des absoluten Gewichtes im Samenkorne. Es ist keineswegs klar, auf welche Art diese verschiedenen Erscheinungen bewirkt werden. Die Diastase ist ihrer Zusammensetzung nach nicht bekannt, sie kann aber möglicherweise entstehen aus dem Kleber oder Eiweiß durch direkte Aufnahme des Sauerstoffes; ob aber die gebildete Diastase die Umwandlung der Stärke in auflösliches Dextrin und in Zucker bewirkt, oder ob hierbei andere Substanzen thätig sind, darüber fehlen uns alle direkten Beweise. Die Diastase hat allerdings die Fähigkeit, jene Umwandlung der Stärke auch außerhalb des

ng und Form sich zu entwickeln. Wir wissen nur, daß aus oft im Aeußern
d Innern scheinbar sehr ähnlichen Samenkörnern sich ganz verschiedene
flanzen entwickeln, wir sind überzeugt, daß die Ursache dieser abweichenden
estaltung nur im Samenkorne selbst gesucht werden kann und daß hier Ab-
eichungen in der Form der einzelnen Zellen, in der Verdickung der Zellen-
and und in den quantitativen Verhältnissen der Bestandtheile des Zellenin-
ltes auf die Gestaltung der ganzen Pflanze wesentlich einwirken müssen,
weichungen, welche oft so zarter Natur sind, daß vielleicht noch lange Zeit
rgehen wird, bis man dieselben durch chemische Mittel oder mit Hülfe des
ikroskopes deutlich wird nachweisen können.

Das Würzelchen des Embryo's dringt bei seiner weiteren Entwickelung
s sogenannte Pfahlwurzel gewöhnlich fast senkrecht in den Erdboden ein,
B. bei den Oelfrüchten, oder es stirbt, wie bei den Gräsern, sehr bald ab;
mentlich in dem letzteren Falle, jedoch auch oft in dem ersteren, wachsen an
n Seiten, vorzugsweise in geringer Tiefe unter der Erdoberfläche (an dem
tersten Knoten der Gräser), die Seitenwurzeln büschelförmig nach allen
eiten aus, durchdringen das fruchtbare Erdreich und führen der wachsenden
lanze die nöthige Nahrung zu. Die Pflanzen, welche nicht sehr kalireich
d und überhaupt nur wenig leicht auflösliche Mineralstoffe dem Boden
ziehen, dagegen die aus dem verwesenden Humus freiwerdenden Stoffe,
mentlich das Ammoniak und die Kohlensäure in größerer Menge in sich
fnehmen, breiten ihre zahlreichen Nebenwurzeln oder Kronwurzeln vorzugs-
ise in den oberen humusreichen Schichten der Ackerkrume aus und dringen
r dann auch tief in den Untergrund ein, wenn hier dieselbe ihnen zusagende
hrung wie in der Ackerkrume zugegen ist; hierher gehört die ganze Gruppe
Gräser, also auch die Cerealien. Andere Pflanzen giebt es, welche zu
rem Wachsthum sowohl stickstoffreicher Bodennahrung bedürfen, als auch
e bedeutende Menge alkalischer Salze in sich aufnehmen; diese treiben ge-
hnlich eine bis in tiefere Schichten der Ackerkrume gehende Pfahlwurzel,
lche oft an ihrem unteren Ende weniger Verzweigungen bildet, als in
n oberen Schichten der Ackerkrume, aus welchen sie die zur Bildung der
ganischen Substanz nöthige Nahrung und die schwer löslichen Mineralsalze
tnehmen, während die leicht löslichen Alkaliverbindungen oft in dem Un-
grund gesammelt werden müssen; zu dieser Klasse der Pflanzen gehören
ter unseren ökonomischen Pflanzen besonders die rübenartigen oder die
urzelgewächse, ferner auch die Oelfrüchte und von den Hülsenfrüchten zum
heil die Feld- oder Saubohne, während die übrigen cultivirten Hülsenfrüchte
der dritten Klasse von Pflanzen gerechnet werden müssen, welche dadurch
arakterisirt ist, daß die Wurzeln der letzteren überallhin das ganze Erdreich

durchdringen und oft ellentief in den Untergrund hinabreichen, um die gro Mengen von Alkalien herbeizuschaffen, die zu ihrem üppigen Gedeihen un behrlich sind. Die Erbse, der Klee, die Luzerne, die Esparsette, mithin Pflanzen, welche man im gewöhnlichen Leben mit dem Namen der Bl früchte zu bezeichnen pflegt, diese sind nicht oder doch in geringerem Gr an die Stickstoffnahrung und den Humus des Bodens gebunden, sie nehm vermöge ihrer mächtigen Blattentwicklung die organische Nahrung aus umgebenden Atmosphäre in sich auf und die Wurzeln haben hier hauptsäch die Bestimmung, mit der Bodenfeuchtigkeit die bedeutenden Quantitäten Mineralsubstanz, welche zum Wachsthum der Pflanze erforderlich sind, der Ackerkrume und dem Untergrunde den oberen Theilen der Pflanze zu führen.

Etwas langsamer als die Wurzel, aber gleichzeitig mit derselben wickelt sich der obere Theil der Pflanze. Je nachdem der Embryo des menkornes mit einem oder mit zwei Samenlappen versehen ist, untersch man zwei große Abtheilungen im Pflanzenreiche, die Monokotyledo und die Dikotyledonen. Zu den ersteren gehören die Gräser, zu letzteren alle übrigen Culturpflanzen, jene keimen mit einem Blatte, diese zwei Blättern. Der Samenlappen der Cerealien bildet das erste Blatt löst sich von dem Stengelgliede, dem mehrfach genannten Federchen des bryo's ab, nimmt schon in der obersten Schicht der Ackerkrume, wo das Ta licht zuerst seine chemische und physiologische Wirkung zu äußern vermag der Spitze eine grüne Farbe an und tritt dann als völlig grünes Blatt der Erde hervor, während die Verlängerung des Federchens, das Ste glied, ebenfalls grün gefärbt sehr bald nachfolgt. Das erste Blatt der g artigen Gewächse unterscheidet sich nicht von den übrigen nachher sich wickelnden Blättern, es vertrocknet allerdings später, welches Schicksal j nicht dieses Blatt allein trifft, sondern überhaupt bei den untersten Blä der Gräser beachtet wird. Dagegen ist bei fast allen dikotyledonischen P zen das erste Blattpaar sehr hinfällig; die Samenlappen bilden sich wöhnlich zu zwei grünen Blättern aus, welche bei der Verlängerung Federchens an der Spitze desselben hervortreten, indem sie die äußere Sa hülle sprengen und abwerfen, wie es bei der weißen Bohne, dem Raps, Buchweizen und vielen anderen Pflanzen eine bekannte Erscheinung ist. wöhnlich haben diese aus dem Samenlappen hervorgegangenen ersten Bl eine andere Form, als die später sich entwickelnden Blätter und jene vermö wie es scheint, nicht die Funktionen der wirklichen Blätter auszuüben, wegen sie bald verwelken und abfallen; zuweilen gelangen die Samenla gar nicht einmal zur blattförmigen Entwickelung, sondern bleiben in

ihüllung unter der Erde zurück, ein Fall, der bei der Saubohne beobachtet
rd. Zwischen den Samenlappen oder an der Seite derselben tritt nun die
entliche junge Pflanze hervor mit ihrem Stengel und den charakteristisch
ormten Blättern, welche sich sehr häufig paarweise in gewissen Zwischen-
umen entwickeln, oft jedoch auch einzeln und abwechselnd an der einen
r anderen Seite am Stengel oder Halme hervortreten; in den Axeln
Blätter am Stengel bilden sich neue Knospen, welche gleich einem einsei-
sich entwickelnden Embryo Stengel und Blätter treiben und nach und nach
dem Entstehen einer vielfach verzweigten Pflanze die Veranlassung werden,
hrend in ähnlicher Weise unter der Erde stets neue Seitenwurzeln ent-
en, die vorzugsweise in ihre äußersten jüngsten Zellen die ernährende Bo-
flüssigkeit aufnehmen und diese unter vielfachen chemischen Veränderungen
ch alle Theile der lebensthätigen Pflanze hin verbreiten.

Es ist unmöglich, einen Zeitpunkt festzustellen, wo die Pflanze aufhört
im Samenenkorne selbst enthaltene Nahrung zu verarbeiten und anfängt
einfachen Hauptnahrungsstoffe, Kohlensäure, Wasser und Ammoniak dem
den und der Atmosphäre zu entziehen. Es ist wahrscheinlich, daß die Be-
ndtheile des Bodens schon sehr früh an der Stoffbildung und Umwandlung
eil nehmen, wenigstens dringen Mineralsubstanzen schon mit der ersten
uchtigkeit in das keimende Samenkorn ein und die vorzugsweise schnelle
twicklung des Würzelchens und zahlreicher Nebenwurzeln deutet auf ein
on früh erwachtes Streben hin, die aufnehmbaren Bestandtheile des Bo-
s sich anzueignen. Daß diese letzteren vorzugsweise mineralischer und
erfester Natur sind, ist allerdings den Beobachtungen zufolge ausgemacht;
noch aber scheinen auch andere Nahrungsstoffe, welche zur Erzeugung der
anischen Substanz verwendet werden, namentlich das Ammoniak von der
gen Pflanze sehr bald aufgenommen zu werden. Während nämlich Koh-
säure und Wasser bei der Bildung der jungen Pflanze aus den Bestand-
len des Samenkornes austreten und das Gewicht des letzteren, im Ver-
tniß zum Gewicht der jungen Pflanze oft bis über die Hälfte vermindert
d, bleibt der Gehalt an Stickstoff ziemlich constant, zum Beweise, daß die
stoffhaltigen Bestandtheile des Samenkornes entweder nicht wie die stick-
ffreien zersetzt werden oder daß sie sehr bald auf's Neue sich erzeugen. Es
durch Versuche bewiesen, daß die Pflanze bis zu einem gewissen Punkte
entwickeln kann, ohne daß ihr von außen her andere Stoffe dargeboten
den, als Feuchtigkeit und atmosphärischer Sauerstoff; es folgt also, daß
Sammenkorn keimen und die Pflanze bis zur Entwicklung der ersten
itter gedeihen kann, allein unter Verarbeitung der im Samen angesammel-
Nahrung. Dies beweist aber keineswegs, daß nicht schon sehr früh die

pflanzenernährenden und das Wachsthum fördernden Bestandtheile des B
dens ebenfalls von der Pflanze aufgenommen und assimilirt werden; die Au
nahme derselben ist schon in Folge der organischen Struktur der jungen Wu
zeln nothwendig und die Assimilation scheint durch die Erfahrung bestätigt
sein, daß das Keimen des Samenkornes und besonders die Entwicklung d
jungen Pflanze beschleunigt wird, wenn man dafür Sorge trägt, daß d
jungen Wurzeln aus ihrer nächsten Umgebung gewisse auflösliche mineralisc
und stickhoffhaltige Stoffe aufnehmen können.

Sobald die junge Pflanze über der Erde der Luft und dem Lichte ei
größere Oberfläche darbietet, also nachdem die ersten wirklichen Blätter s
entwickelt haben, beginnt auch deutlich die Verarbeitung der von außen h
dargebotenen Nahrungsstoffe und damit die schnelle Zunahme im Gewic
der vegetabilischen Substanz. In der Pflanze werden unter Zersetzung d
Wassers und der Kohlensäure wahrscheinlich zunächst organische Stoffe v
einfacherer, derjenigen der genannten Pflanzennahrungsmittel ähnlicher Z
sammensetzung gebildet, z. B. Oxalsäure, Ameisensäure rc., deren Radik
dann wieder an der Bildung der höher zusammengesetzten Pflanzensäuren u
der Kohlehydrate Antheil nehmen, welche letzteren durch verschiedene Me
morphosen in öl-, harz- und fettartige Stoffe übergehen oder unter Aufnah
der Bestandtheile des Ammoniaks in vegetabilische Basen und in eiweißart
Stoffe verwandelt werden. Bei allen diesen Prozessen, bei der Assimilati
der einfachen Nahrungsstoffe und bei der Umwandlung der schon gebilde
organischen Körper in neue Produkte des Pflanzenreiches, wird Sauerstoff
bedeutender Menge frei und tritt im freien Zustande aus dem Organism
in die umgebende Atmosphäre hinaus. Die Entweichung des Sauerstof
bemerkt man nur am Tage, zum Beweise, daß das Licht der Sonne bei je
Assimilation und besonders bei der Sauerstoffausscheidung thätig mitwirkt.

Auch während der Nacht findet kein Stillstand in dem Wachsthum d
Pflanze statt, nur ist der Assimilationsprozeß weit schwächer, als am T
und die Wirkungen desselben werden zum Theil oder gänzlich aufgehob
durch andere rein chemische Zersetzungsprozesse. Ein großer Theil der v
den Wurzeln aufgenommenen Kohlensäure entweicht unverändert wieder a
den oberen Theilen der Pflanze, und der Sauerstoff der umgebenden Atm
sphäre tritt in das Innere des vegetabilischen Organismus ein, seinen che
schen Verwandtschaften zu den mannichfachen hier befindlichen organisch
Stoffen folgend. Unter diesem Einfluß erleidet der Assimilationsprozeß v
schiedene Modifikationen, deren Eintreten und Vorhandensein aber viellei
für die Entwicklung der ganzen Pflanze ebenso nothwendig ist, als die G
genwart des Sonnenlichtes am Tage; während der Nacht haben die che

n Anziehungen und Verwandtschaften der Materien die Oberhand über
durch die organische Struktur und die Gegenwart eines grünen Farbstoffes
des Tageslichtes vorzugsweise bedingten Reduktionsprozeß, die aufge-
mmenen einfachen Nahrungsstoffe der Kohlensäure und des Wassers werden
schwach zersetzt und assimilirt, es bilden sich im Gegentheil aus den vor-
denen Stoffen höhere Oxyde, bei deren Entstehung vielleicht Kohlensäure
und so die Menge der letzteren, deren Entweichung man in der Nacht
bachtet, vermehrt wird.

Das zum Wachsthum der Pflanze erforderliche Wasser wird, wohl mit
nahme einer nur geringen Quantität, durch die Wurzeln dem Boden ent-
n und von hier aus in alle Theile der Pflanze übergeführt; bei weitem
größte Menge dieses Wassers verdampft an der äußeren Oberfläche der
zen Pflanze, namentlich der Blätter als derjenigen Organe, welche der
eine besonders große Oberfläche darbieten. Diese Verdunstung des
ssers findet vorzugsweise am Tage statt, während der Nacht ist sie viel
nger, oft gleich Null und zuweilen sogar beobachtet man statt der Aus-
stung die Aufnahme einer obgleich nicht bedeutenden Menge von Wasser;
Letztere kann nur bei starker Thaubildung geschehen und wenn nach langer
ckenheit der Pflanzensaft sehr verdickt ist und dieser daher mit großer
ierde selbst direkt aus der Luft Feuchtigkeit anzieht. Die Stärke der Ver-
stung liefert im Allgemeinen einen Maßstab für die Schnelligkeit der
dung von vegetabilischer Substanz. Bei stärkerer Verdunstung wird
tens in gleicher Zeit mehr vegetabilische Substanz erzeugt als bei schwä-
er Verdunstung des Wassers. Die Verdunstung selbst aber ist abhängig
der Größe der Oberfläche der Pflanze, von der Temperatur und dem
chtigkeitszustande der umgebenden Luft und des Erdbodens, und von dem
ometerstande oder dem Drucke, welchen das Gewicht der ganzen Atmo-
äre auf die Oberfläche der Pflanze ausübt. Wenn es möglich wäre, daß
Pflanze dem Einfluß einer warmen und trocknen Luft, und zugleich eines
hten und warmen Bodens ausgesetzt werden könnte, so würde unter solchen
tänden, bei einer bestimmten Oberflächenausdehnung oder Blattentwick-
der Pflanze, die Verdunstung ihr relatives Maximum erreichen und zu-
h die Vegetation selbst am rascheften vorwärts gehen.

Mit dem Wasser wird auch Ammoniak aus dem Boden aufgenommen;
demselben Wege gelangt ein Theil des dritten Hauptnahrungsstoffes, der
lensäure, in die Pflanze, während ein anderer nicht weniger beträchtlicher
il der Kohlensäure direkt aus der umgebenden Luft durch die Spaltöffnungen
Blätter in den Organismus der Pflanze eintritt, zunächst in den Inter-
largängen überallhin sich vertheilt und sodann die Zellenwände durch-

dringend mit dem Inhalte der Zellen in Berührung und in Wechselwirku
tritt. Direkte Versuche haben eine solche Aufnahme der Kohlensäure aus d
atmosphärischen Luft nachgewiesen, mehrfache Beobachtungen und Berechnu
gen bestätigen dieselbe. Auch das Ammoniak kann unter günstigen Verhä
nissen auf dieselbe Weise ins Innere der Pflanzen gelangen; namentli
scheint dieses bei den sogenannten Blattfrüchten, z. B. Klee, Luzerne ꝛc. d
Fall zu sein.

Wir sind nicht im Stande, mit Bestimmtheit nachzuweisen, welche veg
tabilischen Stoffe zuerst und direkt aus den einfachen Nahrungsmitteln g
bildet werden und welche Substanzen und Prozesse hierbei gleichzeitig thä
sind. Wir halten es für wahrscheinlich, daß einfach zusammengesetzte Pfla
zensäuren zuerst sich erzeugen und aus diesen die übrigen Stoffe unter mancher
Umsetzung der Bestandtheile und unter Mitwirkung von mineralischen Su
stanzen, nach und nach entstehen. Ohne Zweifel tritt hierbei eine Men
von Stoffen und verschiedenen Prozessen gleichzeitig als wirksam auf. Gew
ist es, daß z. B. Dextrin oder Zucker nie bei völliger Abwesenheit von sti
stoffhaltigen, proteïnartigen Substanzen und von verschiedenen Mineralve
bindungen gebildet wird; in jeder Zelle, wo Dextrin, Stärke oder Cellul
sich erzeugt, sind stets auch Proteïnkörper und feuerfeste Mineralstoffe, weni
stens Alkalien und Phosphorsäure zugegen. Dieses ist schon bei der einfa
sten Pflanze, in der Hefenzelle, der Fall, es bestätigt sich bei der Untersuchu
des Zelleninhaltes einer jeden höheren Pflanze und eines jeden Theiles d
selben. Vorliegenden Erfahrungen und Beobachtungen zufolge muß m
annehmen, daß die Phosphorsäure und Schwefelsäure vorzugsweise bei d
Entstehung von Proteïnverbindungen wirksam sind, dagegen die alkalisch
Salze die Bildung von stickstofffreien Substanzen, namentlich der Kohlehydra
anregen oder beschleunigen. Wir wissen nämlich, daß die Phosphorsäu
allenthalben da in größter Menge auftritt, wo eine Anhäufung von Protei
verbindungen stattfindet, so namentlich in den Samenkörnern; dieses bewei
daß jene organischen Substanzen in einer chemischen Verbindung mit d
Phosphorsäure oder dem in ihr enthaltenen Phosphor zugegen sind, weshal
auch in einem Boden, der nicht schon reich ist an Phosphorverbindungen, diese i
hohen Grade zur Erhöhung der Fruchtbarkeit und besonders zu einer vo
kommneren Samenbildung und also zu der Erzeugung stickstoffhaltiger orga
nischer Substanzen beitragen. Die Alkalien dagegen, ganz besonders in ihr
Verbindung mit Kohlensäure, vermehren zahlreichen Beobachtungen zufol
unter sonst günstigen Verhältnissen die Blatt- und Stengelbildung der G
wächse, eine Erscheinung, die ganz besonders bei den Pflanzen beobacht
wird, welche ihre zur Bildung der organischen Substanz nöthige Nahru

n großen Theile der Atmosphäre entziehen, und dabei reich an Kali sind,
B. bei dem Klee.

Die Vertheilung der Mineralstoffe in den verschiedenen Organen der
anze, sowie die Aufnahme der ersteren in den verschiedenen Perioden der
wicklung der letzteren, giebt uns Anhaltpunkte zur Beurtheilung der Be-
tung, die man den einzelnen Verbindungen für die Unterstützung der Vege-
on zuzuschreiben hat, und zur Unterscheidung der wesentlichen, zum Wachs-
m unentbehrlichen Mineralsubstanzen von denjenigen, deren Gegenwart in
Pflanze gänzlich oder zum Theil zufällig ist. Aus allen in neuerer Zeit
geführten Aschenanalysen ergiebt sich, daß bei den gewöhnlichen Pflanzen
Binnenlandes und namentlich bei allen Culturpflanzen das Natron eine
st unbedeutende Rolle spielt; es ist zwar fast allenthalben vorhanden,
nur in sehr geringer Menge, so daß von einer Vertretung des Kalis
h dasselbe in nur einiger Ausdehnung nicht die Rede sein kann. Ganz
lich verhält sich die Magnesia; auch diese Substanz tritt meist nur in un-
ächtlicher Quantität in die Zusammensetzung der Asche ein. Nur in eini-
Pflanzen bemerkt man eine größere Menge von Magnesia und selbst hier
dieselbe unter verschiedenen äußeren Verhältnissen nur geringen Schwan-
gen unterworfen, so daß auch zwischen Kalk und Magnesia überall keine
einigermaßen beträchtliche Vertretung nachgewiesen werden kann; daß
die Magnesia zu den wesentlichen Aschenbestandtheilen der Pflanze ge-
net werden muß, darüber läßt die in derselben Pflanze unter abweichenden
hältnissen ziemlich constante Menge derselben, besonders aber deren An-
mlung zu einer größeren Quantität in allen Samen und Früchten keinen
eifel zu. In anderen Pflanzentheilen, außer in den Früchten und Samen-
ern, ist eine gegenseitige Vertretung der basischen Mineralstoffe schon aus
Grunde gar nicht nachzuweisen, weil hier unter dem Einflusse gewisser
terungs- und Bodenverhältnisse oft einzelne Mineralverbindungen in sehr
eichender Quantität auftreten, ohne daß die absolute Menge der übrigen
tandtheile gleichzeitig zu- oder abnimmt; dieses Verhalten ist vorzugs-
e in Bezug auf das Kali und das Chlor, doch auch bei der Kalkerde und
Schwefelsäure beobachtet worden.

Es ist bei der Betrachtung der Aschenbestandtheile der Pflanze gewiß
rall der Unterschied zwischen wesentlichen und zufälligen Stoffen festzuhal-
Das Wesen dieser Stoffe erkennt man theilweise bei der Vergleichung
auer Analysen der Asche einer und derselben Pflanzensubstanz, indem wir
enigen Substanzen, welche in ihren Mengenverhältnissen sehr großen
wankungen unterworfen sind, und zuweilen sogar bis auf die letzte Spur
chwinden, nothwendig zu den mehr entbehrlichen und im Organismus

dringend mit dem Inhalte der Zellen in Berührung und in Wechselwirkung tritt. Direkte Versuche haben eine solche Aufnahme der Kohlensäure aus der atmosphärischen Luft nachgewiesen, mehrfache Beobachtungen und Berechnungen bestätigen dieselbe. Auch das Ammoniak kann unter günstigen Verhältnissen auf dieselbe Weise ins Innere der Pflanzen gelangen; namentlich scheint dieses bei den sogenannten Blattfrüchten, z. B. Klee, Luzerne ꝛc. der Fall zu sein.

Wir sind nicht im Stande, mit Bestimmtheit nachzuweisen, welche vegetabilischen Stoffe zuerst und direkt aus den einfachen Nahrungsmitteln gebildet werden und welche Substanzen und Prozesse hierbei gleichzeitig thätig sind. Wir halten es für wahrscheinlich, daß einfach zusammengesetzte Pflanzensäuren zuerst sich erzeugen und aus diesen die übrigen Stoffe unter mancherlei Umsetzung der Bestandtheile und unter Mitwirkung von mineralischen Substanzen, nach und nach entstehen. Ohne Zweifel tritt hierbei eine Menge von Stoffen und verschiedenen Prozessen gleichzeitig als wirksam auf. Gewiß ist es, daß z. B. Dextrin oder Zucker nie bei völliger Abwesenheit von stickstoffhaltigen, proteïnartigen Substanzen und von verschiedenen Mineralverbindungen gebildet wird; in jeder Zelle, wo Dextrin, Stärke oder Cellulose sich erzeugt, sind stets auch Proteïnkörper und feuerfeste Mineralstoffe, wenigstens Alkalien und Phosphorsäure zugegen. Dieses ist schon bei der einfachsten Pflanze, in der Hefenzelle, der Fall, es bestätigt sich bei der Untersuchung des Zelleninhaltes einer jeden höheren Pflanze und eines jeden Theiles derselben. Vorliegenden Erfahrungen und Beobachtungen zufolge muß man annehmen, daß die Phosphorsäure und Schwefelsäure vorzugsweise bei der Entstehung von Proteïnverbindungen wirksam sind, dagegen die alkalischen Salze die Bildung von stickstofffreien Substanzen, namentlich der Kohlehydrate, anregen oder beschleunigen. Wir wissen nämlich, daß die Phosphorsäure allenthalben da in größter Menge auftritt, wo eine Anhäufung von Proteïnverbindungen stattfindet, so namentlich in den Samenkörnern; dieses beweist, daß jene organischen Substanzen in einer chemischen Verbindung mit der Phosphorsäure oder dem in ihr enthaltenen Phosphor zugegen sind, weshalb auch in einem Boden, der nicht schon reich ist an Phosphorverbindungen, diese im hohen Grade zur Erhöhung der Fruchtbarkeit und besonders zu einer vollkommneren Samenbildung und also zu der Erzeugung stickstoffhaltiger organischer Substanzen beitragen. Die Alkalien dagegen, ganz besonders in ihrer Verbindung mit Kohlensäure, vermehren zahlreichen Beobachtungen zufolge unter sonst günstigen Verhältnissen die Blatt- und Stengelbildung der Gewächse, eine Erscheinung, die ganz besonders bei den Pflanzen beobachtet wird, welche ihre zur Bildung der organischen Substanz nöthige Nahrung

[illegible]m großen Theile der Atmosphäre entziehen, und dabei reich an [illegible]
B. bei dem Klee.

Die Vertheilung der [illegible] in den [illegible]
[illegible]flanze, sowie die Aufnahme der [illegible]
[illegible]ntwicklung der letzteren, [illegible]
[illegible]utung, die man den [illegible]
[illegible]tion zuzuschreiben hat, [illegible]
[illegible]m unentbehrlichen [illegible]
[illegible] Pflanze gänzlich oder [illegible]
[illegible]sgeführten Aschenanalysen [illegible]
[illegible]s Binnenlandes und [illegible]
[illegible]öchst unbedeutende [illegible]
[illegible]er nur in sehr [illegible]
[illegible]rch dasselbe in nur [illegible]
[illegible]nlich verhält sich die [illegible]
[illegible]trächtlicher Quantität [illegible]
[illegible]n Pflanzen bemerkt man [illegible]
dieselbe unter [illegible] keine
[illegible]ngen unterworfen, so daß [illegible]; daß
[illegible]r einigermaßen beträchtliche [illegible] Pflanze ge[illegible]
[illegible]er die Magnesia zu den [illegible] abweichenden
[illegible]chnet werden muß, [illegible] aber deren [illegible] e
[illegible]erhältnissen ziemlich [illegible] Früchten [illegible] ür
[illegible]mmlung zu einer größeren [illegible] Früchten und [illegible] an
[illegible]eifel zu. In anderen [illegible] Mineralstoffe [illegible] latt-
[illegible]nern, ist eine gegenseitige [illegible] unter dem Einfluß [illegible] und
[illegible] Grunde gar nicht [illegible] Mineralverbindungen [illegible] diese
[illegible]itterungs- und [illegible] die absolute Menge [illegible] blätter,
[illegible]weichender Quantität auftreten, [illegible] nehmen
[illegible]tandtheile gleichzeitig [illegible] dieses Verhalten [illegible] nicht selten
[illegible]se in Bezug auf das Kali und das Chlor, doch auch bei der [illegible] nden. Wir
Schwefelsäure beobachtet worden.

[illegible] Es ist bei der Betrachtung der Aschenbestandtheile der [illegible] men Pflanzen
[illegible] der Unterschi[illegible] [illegible]ntlichen und zufälligen [illegible] ich die Staub-
[illegible] Wesen [illegible] mehrere mit dem
[illegible] und sodann den
[illegible] rchen und an seinem
[illegible] st fadenförmigen Trä-
[illegible] Staubweg) sind unwe-

nicht thätigen Mineralstoffen rechnen müssen. Besonders aber liefert in di
Hinsicht die Zusammensetzung der Samenasche einen sehr guten Anhaltpu
indem man hier die geringsten Abweichungen von einer bestimmten norma
Zusammensetzung bemerkt, und daher annehmen kann, daß in das sich
bende Samenkorn nur solche Mineralstoffe eintreten, welche wirklich für
Entwicklung desselben unentbehrlich sind oder in chemischer Verbindung
den hier sich ansammelnden organischen Substanzen zugegen sind.
aber die im Samenkorne vorhandenen Produkte des Pflanzenreiches ähnli
Art sind, wie die in der übrigen Pflanze auftretenden Stoffe, nämlich prot
artige oder stickstoffhaltige und die gewöhnlichen stickstofffreien Körper,
Stärke, Zellstoff, Zucker rc., so ergiebt sich, daß die Mineralsubstanzen, we
in den Samenkörnern in Verbindung oder Begleitung von gewissen allgem
nen Produkten der Pflanzenwelt vorkommen, ebenfalls in den übrigen Or
nen der Pflanze bei der Erzeugung derselben oder doch ähnlicher vegetabilis
Substanzen eine wichtige und thätige Rolle spielen. Als Bestandtheile
Samenasche finden wir aber überall dieselben Stoffe, vorherrschend Phosph
säure und Kali, in geringerer Quantität Kalkerde, Magnesia und die Schwe
säure, während das Chlor hier fast durchgängig nur in geringen Spuren,
nicht einmal in diesen vorkommt. Wenn aber auch Kali und Phosphorsä
als durchaus wesentliche Bestandtheile der Pflanzenaiche angesehen wer
müssen, so ist doch der Gehalt selbst an diesen Substanzen in den übri
Pflanzentheilen keineswegs so constant, wie es in den Samenkörnern der Fall
Nicht selten wird nämlich an Kali und auch an Phosphorsäure mehr aus d
Boden in die Pflanze übergeführt, als selbst für die üppigste Entwicklung d
selben verwendet werden kann. Der Ueberschuß, welcher aufgenommen w
und im Organismus nicht verwendet werden kann, bleibt wahrscheinlich
verändert im Stengel oder Stamme der Pflanze zurück und wird nach
nach von hier zu denjenigen Organen hingeführt, welche nach einiger Z
ganz oder doch zum großen Theil aus der lebensthätigen Verbindung
den übrigen Theilen der Pflanze heraustreten; hierher gehört die Oberh
oder Epidermis der ganzen Pflanze, die Rinde und die Blätter. Eine Unt
suchung der Rinde und der Blätter lehrt uns die für die Entwicklung
Pflanze entbehrlichen oder doch nach und nach entbehrlich gewordenen M
neralsubstanzen erkennen und in diesen Theilen finden wir daher je nach d
Standorte der Pflanze, nach den klimatischen und Witterungsverhältniss
wie nach den verschiedenen Vegetationsperioden oder Jahreszeiten sehr gr
Abweichungen in der Zusammensetzung ihrer Asche. In der Rinde sehen w
oft sehr beträchtliche Mengen von Kalkerde sich ablagern und dadurch völ
aus aller Wechselwirkung mit dem Organismus der Pflanze heraustret

einigen Gewächsen, wie besonders in den Gräsern, sammelt sich in den
len der Oberhaut die freie Kieselsäure in fester Form an, und dient zur
itze des Halmes. In den Blättern namentlich sehen wir den Ueberschuß an
sphorsaurem und kohlensaurem Kalk, ferner die Kieselsäure in immer größerer
antität sich ausscheiden und außerdem besonders auch die alkalischen Ver-
dungen des Chlors und der Schwefelsäure sich ansammeln, welche je nach
Standorte der Pflanze in sehr verschiedenen Mengenverhältnissen mit
Bodenfeuchtigkeit in die Pflanze übergehen und hier als gänzlich oder
großentheils nicht verwendbare Stoffe unverändert mit dem aufsteigenden
fte nach den Blättern hin geleitet werden, um mit denselben nach deren
terben wiederum in den Boden zurückzukehren. Ich habe in einem früheren
itel die Beschaffenheit, Vertheilung und Bedeutung der Mineralsubstanzen
führlich erörtert; die in neuester Zeit mitgetheilten zahlreichen Aschen-
lysen haben uns gestattet eine Reihe von Gesichtspunkten aufzustellen,
welchen aus die Wirksamkeit der Mineralstoffe bei der Entwicklung des
tabilischen Organismus weiter erforscht werden kann; es steht zu erwar-
daß durch die Bestrebungen der Chemiker auf diesem Gebiete der Wissen-
ft schon in der nächsten Zukunft unsere Kenntnisse bedeutend erweitert
den.

Wenn die Pflanze in Blatt und Stengel eine gewisse Ausbildung, oft
ihre fast vollständige normale Größe erlangt hat, und nach und nach in
n Innern mancherlei eigenthümliche Stoffe erzeugt worden sind, dann
men neue Organe zum Vorschein, welche die Bestimmung haben, für die
altung der Species Sorge zu tragen, und die Keime zu entwickeln für
reiche künftige Individuen derselben Art. Es bilden sich gewöhnlich an
äußersten und saftigsten Enden der Pflanze, zuweilen auch in den Blatt-
n an der Seite des Stengels die Blüthen aus, mit ihren wesentlichen und
esentlichen Theilen oder mit den Befruchtungswerkzeugen und den diese
ebenden Hüllen. Die Blüthenhüllen, namentlich die Blumenblätter,
en nur zum Schutze der eigentlichen Fortpflanzungsorgane und nehmen
iner Weise an dem Prozesse der Fortpflanzung selbst Antheil; nicht selten
n sie gänzlich, oder sind nur in verkümmerter Gestalt vorhanden. Wir
rscheiden bei den höher organisirten, sogenannten phanerogamen Pflanzen
erlei wesentlich verschiedene Befruchtungswerkzeuge: nämlich die Staub-
el oder die Antheren, welche im Innern gewöhnlich mehrere mit dem
nenstaub oder dem Pollen angefüllte Fächer zeigen, und sodann den
htknoten, im Innern mit den Samenknospen oder Eierchen und an seinem
en äußeren Theile mit der Narbe versehen. Die oft fadenförmigen Trä-
des Staubbeutels (Staubfaden) oder der Narbe (Staubweg) sind unwe-

sentliche Theile, denn sie fehlen zuweilen vollständig. Jede Samenkno
welche im Fruchtknoten vorhanden ist, enthält im Innern eine Höhle o
eine große Zelle, welche man den Keimsack oder den Embryosack nennt. G
wöhnlich in der Mitte der Narbe oder, wenn deren mehrere vorhanden si
zwischen denselben findet man eine Oeffnung, welche mittelst einer Röhre i
Innere des Fruchtknotens hineinführt; bei den Gräsern z. B. ist diese Oe
nung nur einfach, bei anderen Pflanzen sind aber statt der einen oft mehr
sogar 20 bis 30 Löcher vorhanden, welche an der äußeren Seite entweder a
runde Oeffnungen oder als längliche Spalten sich darstellen. Der Sam
staub oder Pollen besteht aus unzähligen kleinen mehr oder weniger der K
gelform sich nähernden Körperchen, von denen jedes eine in sich geschloss
Zelle bildet, die im Innern mit einer körnigschleimigen, aus Protein, Dext
und Zucker bestehenden Masse angefüllt, und nach Außen hin gegen störe
Einflüsse mit einer festen oft mannichfach gestalteten Hülle geschützt ist.
diesem Samenstaube liegt der Anfang, der Keim eines neuen Individuum
verborgen. Der Staubbeutel öffnet bald nach der Entwicklung der Blü
seine Fächer und schüttet seinen Inhalt, den Samenstaub aus; unzählige v
diesen Pollenkügelchen fallen auf unfruchtbaren Boden und gehen zu Grun
wegen Mangel an zusagender Nahrung. Einige jedoch bleiben an der Na
des Fruchtknotens mittelst der sich absondernden klebrigen Feuchtigkeit häng
und gelangen, ernährt wahrscheinlich durch diese klebrige Masse, zu einer w
teren Entwicklung. Der Inhalt des Pollenkügelchens besitzt in Folge sei
chemischen Beschaffenheit ein großes, hygroskopisches und endosmotisch
Vermögen. Die Pollenzelle schwillt, wenn sie mit Feuchtigkeit sich sätti
sehr stark auf, und fängt an nach einer bestimmten Richtung sich auszude
nen; an einer Stelle, wo die schützende Hülle eine kleine Oeffnung zeigt u
die unmittelbar unter der Hülle befindliche zarte Zellenwand völlig frei lä
verlängert sich die Pollenzelle schlauchartig und wächst mit dieser Verlän
rung, ohne neue Zellen zu bilden, durch die Oeffnung der Narbe und d
Fruchtknotens bis in die innere Höhle des letzteren hinein, dringt hier imm
weiter zwischen der inneren Wand des Fruchtknotens und der an diese
anlegenden Samenknospe vorwärts, und gelangt schließlich bis in das Inn
des Keimsäckchens. Nun erst beginnt unter der Wechselwirkung des Inhalt
des Keimsäckchens und dem Ende der Pollenzelle die Bildung neuer Zelle
und damit die Entwicklung des Samenkornes selbst. Der schlauchart
Theil der Pollenzelle stirbt allmälig ab, und das ursprüngliche Keimsäckch
wird nach und nach ausgefüllt von dem Keime oder Embryo einer ne
Pflanze, der entweder dem ganzen inneren Raum der Samenknospe nach d
Verarbeitung der früher hier vorhandenen Substanzen anfüllt, oder noch v

nem sogenannten Eiweißkörper umgeben ist, einer Gruppe von Zellen, deren
nhalt grossentheils aus Stärke, Zucker und Proteïnkörpern besteht. Jedes
Samenkorn wird von einer Hülle umschlossen, welche von der äußeren Wand
r Keimknospe übrig geblieben ist, und außerdem ist gewöhnlich der Frucht-
oten selbst zu einer Samenhülle geworden, indem derselbe entweder zu einer
iutigen, faserigen oder steinartigen Masse zusammengetrocknet erscheint, oder
ch gleichzeitig mit dem Samenkorn durch Zuführung von reichlichem Nah-
ngssafte zu einer oft dicken fleischigen und sehr saftreichen Masse ausgewach-
n ist, z. B. bei allen beeren- und obstartigen Früchten.

Die Art der Fortpflanzung bei den kryptogamen oder niederen Pflanzen-
milien verdient ebenfalls noch in der Kürze erwähnt zu werden. Hier
ämlich ist kein Fruchtknoten, keine Narbe u. dergl. vorhanden, sondern es
lden sich an den Blättern oder anderen Stellen von Hüllen umgeben, soge-
nnte Sporen oder Keimkörner aus, welche schon in sich die Fähigkeit der
ortpflanzung besitzen, und nicht wie die Pollenzellen noch eine längere Er-
ährung durch den schon fertig gebildeten Pflanzensaft erfordern. Diese
eimkörner lösen sich nach der Oeffnung der sie einschließenden Hüllen in
nzähliger Menge von den betreffenden Pflanzen ab, und fallen entweder
nmittelbar auf denselben Boden, in welchem die Mutterpflanze vegetirte,
er werden wegen ihrer Leichtigkeit gleich einer staubähnlichen Masse von
dem Lüftchen fortgeführt, bis einzelne von ihnen einen zu ihrer Entwicklung
nstigen Boden finden. Hier nun wird jede Keimzelle die Ursache der Ent-
hung einer neuen Pflanze, in der Art, daß die erste Zelle in zwei oder meh-
re neue Zellen sich theilt, welche nach ihrer Entwicklung wiederum ebenso
r Vermehrung der Zellen und also zur Vergrößerung der Pflanze beitragen;
es beobachtet man bei den Algen, Pilzen, Flechten und einem Theile der
Moose. Bei den übrigen Moosen dagegen, wie bei den Farrenkräutern,
chachtelhalmen und den Lycopodiumarten, also bei den höheren Kryptoga-
en, ist das Verhalten und die Fortbildung der Keimzelle ganz ähnlich wie
i den Pollenzellen der phanerogamen Pflanzen; wie hier nämlich wächst
e Keimzelle schlauchförmig aus, und nur das eine Ende bildet neue Zellen,
elche nach und nach zur jungen Pflanze heranwachsen, während der übrige
heil der ursprünglichen Keimzelle und des Schlauches abstirbt.

Während nun, wie man sieht, die Entstehung des Samens oder des
eimes zu einer neuen Pflanze in physiologischer Hinsicht ziemlich genau er-
rscht ist, sind wir über die hierbei auftretenden chemischen Prozesse, über die
rt der Umwandlung von schon vorhandenen Stoffen in neue und eigen-
ümliche Gebilde noch sehr im Unklaren. Man bemerkt zunächst in den
lüthen eine auffallende und gerade der an den übrigen Pflanzenorganen

beobachteten entgegengesetzte Wechselwirkung zwischen der organisirten Ma
und der umgebenden Atmosphäre; während nämlich aus den gewöhnlich
grünen Blättern unter dem Einfluß des Tageslichtes fortwährend Sauerstoff i
die Atmosphäre hinausströmt, wird von den Blüthen im Gegentheil Sauerst
in nicht unbedeutender Menge absorbirt und dafür zum Theil wenigstens Ko
lensäuregas ausgestoßen. Diese Erscheinung steht theils mit dem Auftret
gewisser organischer Stoffe in den Blüthen im Zusammenhange, Stoff
welche, wie z. B. die ätherischen Oele, eine große Anziehung gegen den frei
Sauerstoff äußern; gleichzeitig aber wird die reichliche Ernährung der Bl
thentheile während der kurzen Zeit ihrer Thätigkeit die Absorption von Saue
stoff und die Zerstörung eines Theiles der reichlich zugeführten organisch
Substanz veranlassen. Wir sehen also in der Blüthe, bei der Ernährun
der kleinen Pollenzelle und deren schlauchartigen Ausdehnung ganz ähnlic
Erscheinungen auftreten, wie sie während des Keimprozesses in dem sich z
Pflanze entwickelnden Samenkorne beobachtet worden sind, hier wie dort wi
Sauerstoff absorbirt und dafür Kohlensäure ausgestoßen, in beiden Fälle
ist die Ursache dieser Erscheinung dieselbe, sie beruht auf dem vorhanden
Ueberfluß an ernährender Substanz. Ueberall finden wir, daß die Nat
mit unendlicher Sorgfalt für die Erhaltung der Pflanze in deren verschied
nen Arten thätig ist. Die Blüthentheile sind gerade die saftreichsten Organ
nach welchen fortwährend die auflösliche und bildungsfähige organische Su
stanz hinströmt, obgleich zur Ernährung der kleinen Pollenzelle nur sehr w
nig Stoff erforderlich ist; da nun diese reichliche Pflanzennahrung währen
der Blüthe, also im Beginne der Entwicklung der Pollenzelle nicht verarbeit
werden kann, so muß sie nothwendig durch den Fruchtknoten in die Nar
fließen und an deren Oberfläche unter dem Einflusse des atmosphärisch
Sauerstoffes eine schleunige Zersetzung erleiden, ganz in derselben Weise, w
überhaupt ein Gemenge von auflöslichen stickstoffhaltigen und stickstofffrei
organischen Substanzen unter ähnlichen Verhältnissen ebenfalls sehr schn
in Fäulniß und Verwesung übergehen würde. Die Absorption des Saue
stoffes ist aus jetzt leicht begreiflichen Ursachen bei weitem am stärksten in de
eigentlichen Fortpflanzungsorganen, geringer dagegen in den Blüthenhülle
oder Blumenblättern, denn diese werden meistens in einem geringeren Ma
ernährt, als jene. Sobald aber die Staubfäden und die Narbe ihre Fun
tionen verrichtet haben, so fallen die Blumenblätter ab, und die Samenkno
pen bilden sich selbstständig im Innern des Fruchtknotens aus; nun hat au
die Sauerstoffabsorption wiederum vollständig aufgehört, es wird im Gegen
theil dieses Gas, gleich wie aus den übrigen grünen, saftigen und in de
Bildung begriffenen Pflanzentheilen, auch aus der sich entwickelnden Fruch

ri, und zwar so lange, bis diese ihre normale Größe erreicht hat, wo als-
mm keine Stoffvermehrung weiter stattfindet, sondern nur eine theilweise
nwandlung der schon gebildeten organischen Substanzen. Diese Erscheinun-
n sind am besten zu beobachten und zu verfolgen bei den saftigen Früchten
s Obstes; hier bemerkt man, so lange die Frucht noch an Ausdehnung und
nfang zunimmt, also überhaupt noch direkt oder indirekt durch die einfachen
lanzennahrungsstoffe ernährt wird, eine unter dem Einfluß des Tageslich-
fortdauernde Entwicklung von Sauerstoffgas, welche erst dann aufhört
d in eine Aushauchung von Kohlensäuregas sich verwandelt, wenn die
ucht sich dem Zustande der völligen Reife nähert. So wie der Assimila-
nsprozeß in der reifenden Frucht aufhört, oder doch sehr geschwächt wird,
ß nothwendig die zersetzende chemische Kraft des atmosphärischen Sauer-
ffes ihre Thätigkeit äußern, da der Assimilationsprozeß derselben nicht mehr
dernd entgegentritt, und es findet eine Umwandlung der vorhandenen
offe statt, unter theilweiser Zerstörung derselben und unter Bildung von
hlensäuregas.

Bei der Entwickelung der saftigen und fleischigen Früchte bilden sich
rst dünnwandige Zellen, an deren innere Fläche bei der weiteren Ernährung
r bald Schichten von einer inkrustirenden Substanz sich anlegen, welche
och von derjenigen der Holzzellen sich wesentlich durch ihr chemisches Ver-
lten unterscheidet, und den Namen der Pektose erhalten hat; diese Substanz
bt den Zellen der unreifen Früchte ihre harte, undurchsichtige und zähe Be-
affenheit. Die Pektose erleidet bei der herannahenden Reife unter dem
nflusse der stets vorhandenen organischen Säuren eine Umänderung in so-
nanntes Pektin und in Pektinsäuren oder in Pflanzengallerte, welche Um-
ndlung unabhängig von der organischen Struktur der Früchte ist, da sie
Gegenwart derselben Stoffe, namentlich in etwas höherer Temperatur,
h außerhalb des Organismus bewirkt werden kann. Mit der Entstehung
Pflanzengallerte nehmen die Zellen eine weiche durchscheinende Beschaffen-
t an; die gallertartigen Stoffe, indem sie nun neben anderen Körpern den
halt der Zellen bilden, bewirken schon durch ihre Gegenwart ein Zurück-
en des sauren Geschmackes, welches noch mehr befördert werden mag durch
gleichzeitiges Freiwerden der basischen Mineralstoffe, die vorher von der
en Substanz der Pektose zurückgehalten wurden, und jetzt zur Sättigung
vorhandenen Säure verwendet werden können. Ganz besonders aber
d der saure Geschmack verdrängt durch die Bildung einer bedeutenden
enge Zucker in der reifenden Frucht, indem das vorher erzeugte Dextrin,
die oftmals z. B. in den unreifen Aepfeln vorhandene Stärke und viel-
ht auch ein Theil des Pektins in Zucker umgeändert wird. Bei diesen

letzteren Prozessen wird fortwährend Sauerstoff aus der atmosphärischen L
absorbirt und dafür Kohlensäure entwickelt, ganz in derselben Weise, wie d
Erscheinungen während des Keimens des stärkemehlhaltigen Samenkorn
bei dem Uebergange von Stärke in Dextrin und Zucker beobachtet werd
Aehnliche Prozesse bedingen auch ähnliche Erscheinungen.

Zweiter Theil.

Specieller Theil der Naturwissenschaft des Ackerbaues.



Der Ackerbau

in seiner Begründung durch die Naturgesetze.

Die Prozesse und Erscheinungen, welche das Leben der Pflanze beglei-
, sind bis jetzt keineswegs in ihren Ursachen überall klar erkannt. In der
hre von der Entwickelung des vegetabilischen Organismus findet man
ufig die Worte: es scheint, vielleicht, vermuthlich, möglicherweise rc. an-
wendet, und nicht selten sieht man sich zu der offenen Erklärung genöthigt:
rüber sind wir noch völlig im Unklaren, erst künftige Forschungen werden
sere Kenntnisse begründen und über das bisher noch Dunkle und Unbe-
eifliche allmälig immer helleres Licht verbreiten. Es ist indeß schon ein
oßer Gewinn für die Wissenschaft, ein bedeutender Fortschritt zum Besseren,
nn man frei von Ueberschätzung das Ganze des bisher Erforschten mit
higem Blicke übersieht, und bei solcher Betrachtung dahin gelangt, die un-
nauen Beobachtungen von den zuverlässigen, und überhaupt das Falsche
n dem Wahren zu scheiden, zugleich aber die Mittel und Wege aufzu-
den und festzustellen, welche uns mit Sicherheit einer klareren Erkenntniß
tgegenführen. Nachdem die Wissenschaft eine kurze Zeit ihre gegenwärtige
deutung für die Praxis überschätzt hatte, ist sie nunmehr zur wahren Selbst-
enntniß gelangt, und zeigt dieselbe in dem Bestreben, erst ihre eigenen
eiler auf sicheren Grund zu bauen, ehe sie, selbst noch ein wankendes Ge-
ude, es unternimmt, anderen Zweigen des menschlichen Wissens zur siche-
Stütze zu dienen; mit diesem Bestreben ist ein steter und rascher Fort-
ritt der Wissenschaft gesichert, und mit jedem Fortschritt wird ein neuer
ustein geschaffen zur künftigen festen Begründung und Vervollkommnung
praktischen Landwirthschaft.

In dem Folgenden will ich versuchen die Naturwissenschaft des Acker-
ues in ihren Grundzügen festzustellen; hierbei die praktischen Erfahrungen
Stütze der allgemeinen Theorien benutzen, sodann aber auch die Punkte
her bezeichnen, in welchen Praxis und Wissenschaft sich nahe berühren und

gegenseitig in ihrem Streben nach Vervollkommnung gefördert werden könn
Schon in der Einleitung wurde ausgesprochen, daß es nicht in dem Zw
dieses Werkes liegt, die Wissenschaft des Ackerbaues nach allen Richtun
hin zu verfolgen und zu entwickeln, es sollen nur deren naturgesetzli
Grundlagen entworfen werden, damit aus ihnen der Praxis eine fe
Stütze erwachse. Diese Grundlagen sind keineswegs schon gegeben in
allgemeinen Lehre von der Ernährung der Pflanze. Der Ackerbau erst
sich nur auf gewisse Pflanzen und erstrebt die möglichst vollkommne Aus
bung derselben oder einzelner ihrer Theile; zu diesem Zwecke ist es nicht
reichend der Pflanze ihre nothwendige Nahrung darzubieten, wie solches
ihrem natürlichen Standorte geschieht, sondern es muß auch diese Nahr
eine ganz bestimmte, dem jedesmaligen Zwecke entsprechende Beschaffen
haben, und außerdem dürfen auch die äußeren im Boden und in der um
benden Luft vorhandenen Zustände dem Wachsthum in keiner Weise hinde
entgegentreten. Wenn bisher nur von der Ernährung der Pflanze im All
meinen die Rede war und die Prozesse und Erscheinungen beschrieben wur
welche während der normalen Entwickelung der Pflanze auftre
so haben wir nunmehr die letztere zu betrachten in ihrer möglichst üp
gen, oft krankhaft üppigen Entfaltung. Die Bedingun
hierzu sind allerdings im Wesentlichen dieselben wie für das normale Pf
zenleben, aber man hat eine ungleich größere Sorgfalt auf deren Erkenn
und Herstellung in ihrer günstigen Beschaffenheit zu verwenden, damit es
möglich gelinge, das Wachsthum künstlich und willkürlich nach dieser
jener Richtung hin zu leiten. Es sind im Vorhergehenden von den versc
denen Zweigen der Naturwissenschaft zur Erklärung des Pflanzenlebens hau
sächlich nur die Chemie und Pflanzenphysiologie benutzt worden, und
genügen, wenn wir die Entwickelung der vegetabilischen Substanz im All
meinen uns deutlich machen wollen; richten wir dagegen auf eine beson
Pflanze unseren Blick, so werden wir gar bald erkennen, daß noch an
Bedingungen zu ihrem Wohlbefinden und üppigen Gedeihen erforderlich
als diejenigen, welche mit der Gegenwart gewisser Nahrstoffe erfüllt
Man bemerkt sofort, daß eine Pflanze unter Verhältnissen gedeiht, welche
Fortkommen einer anderen nicht mehr günstig sind, die eine wächst u
einem heißen Himmel, die andere begnügt sich mit einer weit niedrigeren T
peratur, die eine widersteht den nachtheiligen Einflüssen der herrschen
Winde, während die andere ihnen unterliegt, die eine liebt Trockenheit,
andere Feuchtigkeit, die eine Licht, die andere Schatten, die eine den locke
warmen Sandboden, die andere den feuchten, bindigen Thonboden oder
Sumpf- und Moorgrund. Es wird daher jetzt, wo wir zu dem speciell

heile dieses Werkes, zu der Begründung der eigentlichen Naturwissenschaft
s Ackerbaues übergehen, nothwendig sein, die Bedingungen des Pflanzen-
ens ins Auge zu fassen, welche in ihrer vielfach abweichenden Beschaffen-
t jedesmal in einer ganz bestimmten Vegetation ausgeprägt sind oder in
besonders üppigen Entwickelung eines gewissen Pflanzentheiles sich kund-
en; mit kurzen Worten, wir haben hier die Grundzüge der Bodenkunde
entwickeln, welche mit der theoretischen Düngerlehre die erste
lfte des speciellen Theiles der Naturwissenschaft des Ackerbaues bilden
rd.

Erste Abtheilung.

Weitere Entwicklung der naturgesetzlichen Grundlagen des Ackerbaues un
Unterstützung der Wissenschaft durch die praktische Erfahrung.

Erster Abschnitt.

Zusammensetzung und Eigenschaften der Ackerkrume nebst den äußeren Einflüssen auf deren Gestaltung.

Die Bodenkunde.

Noch vor wenigen Jahren wurde fast Alles, was aus dem Bereiche Naturwissenschaften dem Landwirthe ein Interesse abgewinnen konnte, u dem Gesammtbegriff der Bodenkunde abgehandelt. In dem Programm landwirthschaftlichen Lehranstalten fand man Vorträge über Bodenkunde gekündigt, welche ein ganzes Semester oder selbst ein ganzes Jahr hindu wöchentlich oft 4 oder 5 Stunden ausfüllen sollten; in neuester Zeit wer diese endlosen Vorträge über Bodenkunde nach und nach ersetzt durch Be rungen über Agriculturchemie oder im Allgemeinen über die naturgesetzlic Grundlagen der Landwirthschaft. Aus den vorhandenen sehr umfangsreic Werken, welche den Titel der Bodenkunde führen, ersehen wir, auf we Weise diese Lehre behandelt wurde; jene Werke bestehen entweder zur ei Hälfte aus allgemeiner theoretischer Chemie, zur anderen aus Geognosie Mineralogie, nebst ein wenig Meteorologie und noch weit weniger Agric turchemie, oder sie enthalten eine große Anzahl von Bodenanalysen, we dem Leser zur beliebigen Auswahl und Benutzung vorgelegt werden, o jedoch, daß ihm behufs der letzteren die geringste Anleitung gegeben wü und ohne daß aus jenen Zusammenstellungen allgemeine wissenschaftlich wi tige Schlußfolgerungen gezogen würden und zwar aus dem einfachen Grun weil aus jenen Analysen gar keine brauchbaren Folgerungen sich ergeb

n betrachtete noch vor nicht langer Zeit in einer Bodenanlyse das Heil
ganzen Landwirthschaft, und glaubte aus jener sofort ein zuverlässiges
d von der Ertragsfähigkeit und Fruchtbarkeit eines Feldes entwerfen zu
nen. Wir müssen hier der Wahrheit gemäß eingestehen, daß die Boden-
de gegenwärtig eine nur geringe Bedeutung für die Praxis hat, daß der
tzen, den die letztere aus ihr bisher gezogen hat, nicht viel höher als gleich
ll zu schätzen ist, daß die Bodenkunde ferner gerade den schwächsten Theil
ganzen Agriculturchemie oder der ganzen Naturwissenschaft des Ackerbaues
et, weil noch nicht einmal die ersten Grundlagen jener Lehre festgestellt,
aum in ihrem ganzen Umfange bekannt oder doch nicht berücksichtigt sind.
s alte Gebäude der Bodenkunde muß umgestoßen und auf erst neu zu
ffende Grundlagen ein völlig neues Gebäude aufgeführt werden, zu wel-
n Zwecke nur wenig ältere Materialien brauchbar sind. Ich will es in
Folgenden versuchen, wenigstens einige Bausteine zur Befestigung der
en Grundlagen zu sammeln. Wo noch fast gar Nichts vorhanden ist,
wird man auch nicht mehr als einzelne Andeutungen und ganz allgemein
altene Umrisse einer erst neu zu bildenden Lehre erwarten dürfen, und des-
 im Einzelnen an diesen Versuch auch nicht den Maßstab einer strengen
ik legen wollen.

In einer praktischen Wissenschaft müssen auch überall
ktische Gesichtspunkte als Leitsterne bei unseren Betrach-
gen und Forschungen uns begleiten. In der Bodenkunde
en wir es, wie schon gesagt wurde, nicht allein mit der Entstehung der
rkrume und der chemischen Zusammensetzung derselben wie des Untergrun-
zu thun, nicht allein mit der Feststellung der größeren oder geringeren
igkeit zur Entwickelung der vegetabilischen Substanz überhaupt beizutragen,
dern mit der Erörterung der Bedingungen, unter welchen einzelne bestimmte
anzen gedeihen und gerade diejenigen, welche im Großen angebaut wer-
, auf deren möglichst vollkommne Ausbildung nach gewissen Richtungen
der Landwirth Sorge und Mühe verwendet, wobei er Unterstützung von
Wissenschaft erwartet. Als Ziel unseres Strebens müssen wir die Auf-
e hinstellen, aus wissenschaftlich feststehenden Thatsachen, unter Voraus-
ung einer zweckmäßigen Bearbeitung und Düngung, die Höhe der Frucht-
keit eines Bodens für diese oder jene Pflanze oder für eine bestimmte
henfolge verschiedener ökonomischer Pflanzengattungen zu bestimmen und
it also die sicheren Grundlagen zu liefern für eine praktisch brauchbare
assifikation der Bodenarten. Wir sind noch sehr weit von die-
Ziele entfernt. Wir kennen wohl die allgemeinen Nahrungsstoffe der
anze ihrer Qualität nach, aber keineswegs in welchen Mengenverhält-

nissen, in welchen Verbindungen und Gemengen sie die günstigste und zug
praktisch vortheilhafteste Wirkung bei der Cultur dieser oder jener Pfl
äußern. Erst in der allerneuesten Zeit hat man angefangen hierüber F
schungen anzustellen, welche jedoch erst später nach der Ausführung von vi
Tausenden Versuchen im Großen und im Kleinen zu allgemein wicht
Folgerungen führen können; diese ersten schwachen Anfänge zur Aufklär
über die vorliegende Frage werden in der Lehre vom Dünger Erwähnung
Berücksichtigung finden; in der Bodenkunde muß ich mich auf einige Be
kungen beschränken über die procentische Zusammensetzung der fruchtb
Bodenarten und über den Zustand der Auflöslichkeit und Unlöslichkeit
pflanzenernährenden Bestandtheile des Bodens, während ich hinsichtlich
allgemeinen Bedeutung dieser Stoffe für das Leben der Pflanze auf den
hergehenden, hinsichtlich ihrer speciellen Wirkung aber auf den folgenden
schnitt verweise.

Es ist meine Absicht, die allgemeinen Momente für eine gründliche
urtheilung des Bodens zu sammeln und diese unter dem gemeinschaftl
Namen der Bodenkunde zusammenzustellen. Für die Entwickelung der Pf
zen im Allgemeinen sind die chemischen Eigenschaften und Bestandtheile des
bens von vorherrschender Bedeutung, in der Praxis des Ackerbaues aber ri
man bei der Beurtheilung der Güte und Tragbarkeit des Bodens sein Au
merk vorzugsweise und fast ausschließlich auf die physikalische
schaffenheit der Ackerkrume und des Untergrundes, welche allerdings
großen Theile durch die gegenseitigen Mengenverhältnisse der Hauptbest
theile des Bodens bedingt ist, aber durch Bestandtheile, die bei der dir
Ernährung der Pflanze fast ganz indifferent sich verhalten. Die
pflanzenernährenden Stoffe werden durch die Düngung und den Prozeß
Verwitterung herbeigeführt und immer aufs Neue ersetzt, die dem Wa
thum ungünstigen physikalischen Eigenschaften sind aber nur mit Aufw
von großen Kosten zu beseitigen, zuweilen gar nicht wesentlich zu verbess
Wer das vegetabilische Leben in der Natur mit Aufmerksamkeit beobac
der gelangt sehr bald zu der Erkenntniß, daß selbst die kleinste Aenderung
physikalischen Zustande des Bodens in der auf ihm vorhandenen Vegeta
sich abspiegelt und in der mehr oder weniger vollkommenen Entwickelung
bestimmten cultivirten Pflanze und deren einzelnen Theile sich ausgespro
findet, daß überhaupt das Gedeihen der Pflanzen und deren Vertheilung
den verschiedenen Bodenarten eines bestimmten Landstriches, unter glei
klimatischen Einflüssen, weit mehr an die physikalische als an die chem
Beschaffenheit der Bodenarten gebunden erscheint. **Der Einfluß**
Bodens auf die Verbreitung der wildwachsenden Pflan

in einem besonderen Kapitel der Bodenkunde nähere Berücksichtigung
n.

In Gebirgsgegenden oder im Flachlande, wo feste anstehende Gesteine
ige ausgehen und deren Oberfläche also den zerstörenden und verwittern-
Einflüssen der atmosphärischen Stoffe ausgesetzt ist, da muß die chemische
mmensetzung der Gesteine und die physikalische Beschaffenheit der Ver-
erungsprodukte einen wesentlichen Einfluß ausüben auf die Güte und den
der Fruchtbarkeit in der neu sich bildenden und in der schon früher vor-
enen Ackerkrume. Es würde daher ein Moment zur Beurtheilung des
ns vermißt werden, wenn ich in diesen allgemeinen Umrissen der Boden-
nicht auch den Einfluß der geognostischen Verhältnisse
die chemische Zusammensetzung und die physikalischen
enschaften der Ackerkrume näher erörtern wollte. Leider tappen
uch hier noch vielfach im Dunkeln herum; es fehlt durchaus an genauen
achtungen über das Verhalten der Verwitterungsprodukte verschiedener
mein verbreiteter Felsarten zu der Güte und Ertragsfähigkeit des aus
vorzugsweise oder ausschließlich gebildeten Bodens. Unläugbar können
nteresse der Bodenkunde und somit auch der ganzen praktischen Landwirth-
in den betreffenden Gegenden zur Aufklärung dieser Verhältnisse wich-
Beobachtungen angestellt werden, wobei aber zu beachten wäre, daß auch
desmaligen klimatischen Verhältnissen sowohl für den Prozeß der Ver-
ung selbst, als auch für die Beurtheilung der Güte eines Bodens eine
Bedeutung zugeschrieben werden muß.

Die klimatischen oder vorherrschenden Witterungsver-
nisse in ihrer Gunst oder Ungunst sind das eigentlich Maßgebende für
usbreitung eines lohnenden Ackerbaues; in ihnen ist vorzugsweise der
der Sicherheit des Gedeihens einer bestimmten Culturpflanze bedingt.
hilft dem Gebirgslandwirth sein nicht selten in physikalischer und chemi-
Hinsicht vortrefflicher Boden, welcher in einzelnen günstigen Jahren wirk-
usgezeichnete Ernten liefert, wenn er weit häufiger noch seine ganze
vernichtet sieht durch einen früh eintretenden Frost oder einen starken
eefall, wenn er in täglicher Angst und Furcht leben muß, daß ein Spät-
im Frühjahr und selbst in der Mitte des Sommers seine jungen Saaten
ändig zu Grunde richtet. Aber auch der Landwirth des Flachlandes
uweilen durch eigenthümliche klimatische Verhältnisse zu leiden, auch hier
t eine ungünstige Witterung manchmal die Hoffnungen auf eine gute und
nde Ernte. Es wird daher für den Landwirth überhaupt nicht ohne Interesse
in dem Folgenden einen kurzen Abriß der allgemeinen Klimatologie zu
, so wie einzelne Andeutungen über den Einfluß der klimatischen Ver-

15*

hältnisse auf das Gedeihen und die Verbreitung der Pflanzen, auf die Ertragsfähigkeit des Bodens und die Sicherheit eines lohnenden Ackerbaues.

Den Schluß und den Ausgangspunkt der ganzen Bodenkunde bildet die Classifikation der Bodenarten, zu deren Begründung ich hier aber ebenfalls nur die einzelnen Momente andeuten kann; die vorhandenen Grundlagen sind noch lange nicht hinreichend befestigt, als daß schon jetzt vom wissenschaftlichen Standpunkte aus eine neue umfassende und in der Praxis brauchbare Classifikation der Bodenarten hingestellt werden konnte. Hierin ist gegenwärtig die Praxis der Wissenschaft noch voraus und so lange die letztere nicht selbstständig auftreten kann, thut sie wohl, sich an die erstere anzuschließen und von ihr Stützen zur eigenen Befestigung zu entnehmen, ein wohlgemeinter Rath, den ich selbst im Folgenden zu beherzigen gedenke.

A. Die chemischen Eigenschaften der Ackerkrume.

Den früheren Werken über Agriculturchemie überhaupt, wie der Bodenkunde insbesondere findet man häufig eine sehr umfassende Beschreibung der Eigenschaften und des chemischen Verhaltens der Elemente und deren Verbindungen vorangestellt, eine Beschreibung, welche fast ausschließlich der allgemeinen theoretischen Chemie entlehnt ist. Meiner Ueberzeugung zufolge ist die Wissenschaft der naturgesetzlichen Grundlagen des Ackerbaues bei allen ihren Mängeln doch gegenwärtig schon hinreichend ausgebildet, daß sie eines solchen engen Anschlusses an die theoretische Chemie völlig entbehren kann, zumal da die letztere mit besonderer Berücksichtigung der Interessen des Landwirthes schon mehrfach eine genügende Behandlung gefunden hat. Zum Verständniß des vorliegenden Werkes sind nur wenige chemische Kenntnisse erforderlich; es wäre daher schon aus diesem Grunde überflüssig, ausführlich auf die Erörterung der allgemeinen Gesetze einzugehen, welchen die bestehenden Körper bei ihrer chemischen Verbindung und Zersetzung unterworfen sind. In den wenigen Fällen, wo es nothwendig schien, die allgemein theoretischen Lehren der Chemie zu berühren, ist es in möglichster Kürze geschehen.

Um nicht mehrfacher Wiederholungen beschuldigt zu werden, die in einem Werke über die naturgesetzlichen Grundlagen des Ackerbaues, in welchem die einzelnen zu behandelnden Gegenstände in so überaus naher Beziehung zu einander stehen, nicht immer vollständig vermieden werden können, muß hier außer der schon oben angedeuteten noch eine weitere Beschränkung desjenigen eintreten, was man wohl in diesem Kapitel erwarten möchte. Es bleibt nämlich nur übrig, die quantitativen Verhältnisse und den Zustand näher zu erörtern, in welchem die einzelnen Bestandtheile in der Ackerkrume auftreten und vorzugsweise das chemische Verhalten des Humus und des

ones zu erklären, während hinsichtlich des Kalkes und des Sandes auf ein
eres Kapitel der Bodenkunde zu verweisen ist, in welchem von dem Ein-
der geognostischen Verhältnisse auf die chemische und physikalische
chaffenheit des Bodens die Rede sein wird.

Nur diejenigen Bestandtheile der Ackerkrume, welche entweder in reinem
in kohlensäurehaltigem Wasser, welches letztere die obersten Schichten
Erdoberfläche fast überall durchdringt, auflöslich sind, können von der
anze aufgenommen, können direkt zur Ernährung der Pflanze verwendet
den. Die Menge der auflöslichen in der Ackererde ent-
ltenen Stoffe, welche vorzugsweise dem Mineralreiche
gehören, giebt zunächst einen Maßstab für die Beur-
ilung der ernährenden Kraft oder der Fruchtbarkeit
Bodens, welche sofort der auf ihm sich entwickelnden Vegetation zu
te kommen kann, vorausgesetzt, daß die Quantität dieser Substanzen nicht
zu große ist, denn ein Uebermaß von Nahrungsmitteln, namentlich von
t auflöslichen Mineralsalzen kann dem Wachsthum der Pflanzen ebenso
dlich werden, als ein zu großer Mangel an denselben. Die mittelst
sser aus einer Ackererde ausgezogene Auflösung enthält in der Regel
ßere oder geringere Mengen von Kali, Natron, Kalkerde, Mag-
ia, Thonerde, Eisenoxyden, Manganoxydul, Ammo-
k, sämmtliche Stoffe in chemischer Verbindung mit verschiedenen Säuren,
Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kohlensäure, Chlor,
mus oder Humussäure, außerdem Kieselsäure, zuweilen auch
lpetersäure, Kupfersalze, Brom-, Jod-, Fluormetalle &c.
andelt man einen Theil des gebliebenen Rückstandes von der Ackerkrume
einer verdünnten Säure, z. B. Salzsäure, einen anderen mit einer
flösung von kohlensauren Alkalien, so findet man, daß in
en Flüssigkeiten wiederum neue, wenn gleich von den ersteren sehr abwei-
de Quantitäten der genannten Substanzen sich auflösen und dieselben
per endlich bleiben zum Theil noch zurück in verschiedenen meist complicir-
n Verbindungen unter einander und in einem Zustande, in welchem sie
er der auflösenden Kraft des Wassers noch der verdünnten Säuren und
lischen Lösungen folgen, und nur durch fortdauernde Behandlung mit
centrirten starken Säuren oder durch Zusammenschmelzen
t kohlensauren Alkalien in den aufgelösten Zustand übergeführt
den können.

Enthält eine Ackererde weiter keine anderen Stoffe als reinen Quarz-
nd, Thon und Humus, welchen Bestandtheilen noch gewisse Quan-
ten von Kalk beigemengt sein können, so befindet sie sich in dem Zustande

ihrer höchsten Entwicklung, aber zugleich in dem Zustande der völligen
fruchtbarkeit, d. h. die in einem früheren Kapitel ausführlich beschriebenen P
zesse der Verwitterung haben auf diese Ackerkrume weiter keine zersetzende
auflösende Wirkung, die Verwitterung ihrer Bestandtheile ist gleichsam
endet, und sie liefert unter dem Einfluß der atmosphärischen Bestandt
keine anderen Nahrungsstoffe, als eine gewisse Menge von Kohlensä
welche durch Zersetzung der in ihr enthaltenen Humussubstanzen geb
wird. Eine solche Ackerkrume würde auf natürlichem Wege nicht im S
sein, eine einzige, auch nicht die bescheidenste Pflanze zu ernähren, we
ihr ein gänzlicher Mangel der zum Wachsthum der Pflanzen unentbehrli
mineralischen Nahrungsstoffe eingetreten ist; eine solche Ackerkrume w
selbst durch gänzliches Brachliegen viele Jahre hindurch nur einen geri
Grad von Fruchtbarkeit wieder erlangen, indem die einzige Quelle, aus
cher ihr die nöthigen Mineralstoffe nach und nach zugeführt werden k
ten, das Regen- und Schneewasser nämlich, sehr arm ist an festen Best
theilen und nur im Verlauf langer Zeit die zur Entwickelung einer üpp
Vegetation erforderliche Quantität zu liefern vermag. Eine Ackerkr
welche aus den genannten Substanzen in einem entsprechenden Verhält
zusammengesetzt wäre, würde aber natürlich für die Cultur noch einen
brauchbaren Boden abgeben, indem man durch Zufuhr von passenden D
mitteln jene Ursache der Unfruchtbarkeit wieder vollständig aufheben kön

Der Zustand völliger Unfruchtbarkeit bei einer
Sand, Thon, Kalk und Humus zusammengesetzten Ack
krume existirt jedoch nur in der Idee; der absolute Mangel
auflöslichen Mineralstoffen ist nur denkbar in einem Boden, der aus rei
Flugsande, aus fein zertheilten Quarzkörnern besteht, während die Anwe
heit von Thon und von Humus stets auch die Gegenwart von größeren
geringeren Mengen alkalischer Salze bedingt; denn der Thon sowohl wie
Humus besitzt ein Anziehungsvermögen, eine bindende Kraft hinsichtlich
leicht auflöslichen ganz besonders das Wachsthum der Pflanzen befördern
Alkalien, die letzteren werden nur langsam an die Pflanzen abgegeben, in
durch den Prozeß der Verwitterung und Verwesung der Humus allmälig
Kohlensäure und Wasser verwandelt wird, und die Verbindung des Tho
mit jenen Substanzen gleichfalls unter dem Zutritt der atmosphärischen L
und unter dem mehr und mehr stattfindenden Eindringen der feinen Pflanz
wurzeln gelockert wird. *Es kann daher ein Boden noch verbo*
gene, gebundene Nahrungskraft besitzen, auch wenn das W
ser keine auflöslichen Mineralsubstanzen oder wenigstens nur sehr ger
Mengen denselben zu entziehen vermag. Ein solcher Boden ist, nach

mehrfache Ernten ihm seine zunächst verwendbaren Nahrungsstoffe entzogen haben, nur für den Augenblick unfruchtbar; durch Ruhe, durch mehrjähriges Brachliegen, durch Vermehrung des Luftzutritts in Folge mechanischer Auflockerung, durch Vertiefung der Ackerkrume, kann man ihm seine frühere Fruchtbarkeit zurückgeben und wiederum einträgliche Ernten von demselben gewinnen.

Das angegebene Verhalten des Thones und der humusartigen Substanzen, ihre bindende Kraft für die leicht auflöslichen Mineralkörper ist von so großer Bedeutung für die Güte des Bodens, daß eben in jener Eigenschaft zum Theile wenigstens die Ursache zu suchen ist von der bekannten Erscheinung, daß mit der Vermehrung des Thon- und Humusgehaltes bis zu einer gewissen Höhe, auch eine Zunahme der Ertragsfähigkeit des Bodens verbunden ist. Jenes Verhalten bewirkt nämlich, daß trotz der Gegenwart einer bedeutenden Menge von auflöslichen Mineralstoffen, die auf den Erdboden herabströmenden Regenwasser bei ihrem Abfließen aus einer thon- und humushaltigen Ackerkrume nur wenige düngende oder pflanzenernährende Substanzen mit fortzuführen vermögen; in demselben Verhalten liegt die Ursache, weswegen die künstliche Entwässerung des Ackerbodens und namentlich die Anlegung von unterirdischen Abzügen keineswegs eine Auslaugung der Ackerkrume bewirkt, sondern im Gegentheil unter sonst günstigen Umständen und den nöthigen Vorsichtsmaßregeln, im hohen Grade die Fruchtbarkeit eines kalten, feuchten und zähen Bodens zu erhöhen im Stande ist. Ebenso wie die Gegenwart von Thon und Humus dem auslaugenden Bestreben des Wassers hindernd entgegentritt, dient die Beimengung derselben Stoffe auch dazu, die nachtheilige aussaugende und ausbrennende Wirkung der Luft, der Winde und der Sonne bedeutend zu mäßigen, wodurch bewirkt wird, daß die werthvollste Düngsubstanz, nämlich der chemisch gebundene Stickstoff oder das Ammoniak im Boden zurückbleibt und den auf demselben gedeihenden Pflanzen vollständig zu Gute kommt. In thon- und humusarmen Bodenarten ist bekanntlich eine sehr große Düngmasse erforderlich, um einen guten Ertrag zu bewirken, die große Lockerheit setzt dem Durchdringen und der fortdauernden Erneuerung von Luft und Wasser keinen Widerstand entgegen.

Der Humus hat, wie ich oben nachgewiesen habe, wenigstens für die höher organisirten, gewöhnlichen Pflanzen keine direkt ernährende Kraft. Der Humus bedingt jedoch erfahrungsmäßig eine größere Fruchtbarkeit des Bodens, so daß man in der That lange Zeit hindurch geneigt war, allein nach dem größeren oder geringeren Gehalte an Humus die Güte des Bodens zu bestimmen, daß eine solche Bestimmung, wenn auch die Idee von der direkten

Ernährungsfähigkeit des Humus, von welcher man allerdings ausging, ein unrichtige war, dennoch nicht ohne Grund ist, können wir jetzt vom wissenschaftlichen Standpunkte aus bestätigen und beweisen. Der Humusgehalt im Boden hindert, wie schon angedeutet wurde, die zu stark und schnell auflösende und auslaugende Kraft des Wassers; wie er die sogenannten fixe Alkalien, das Kali und Natron in einen dem Wachsthum der Pflanzen günstigeren, mehr gebundenen und weniger auflöslichen Zustand überführt, so hindert er auf der anderen Seite auch die schnelle Entweichung des flüchtige Alkalis, nämlich des Ammoniaks, und äußert auch eine Anziehung gegen das letztere, wenn es gasförmig in der umgebenden Atmosphäre verbreitet ist oder im Regenwasser aufgelöst dem Boden zugeführt wird. Der Humusgehalt ferner steht in der Regel mit der lehmigen oder thonigen Beschaffenheit des Bodens in sehr naher Beziehung; je größer der Humusgehalt, um so größer ist auch gewöhnlich der Lehmgehalt der Ackerkrume, es versteht sich bei gleichbleibenden äußeren Verhältnissen, namentlich bei einer freien, der Sonne, wie der Luft ausgesetzten Lage; der Lehm nämlich mäßigt in Folge seines festen Zusammenhanges und seiner Bindigkeit den auf die organische abgestorbenen Substanzen zerstörend wirkenden Einfluß der Atmosphäre, der Wärme und des Wassers; aus einem lockeren Sandboden verschwindet jährlich in Folge des Verwesungsprozesses eine ebenso große Quantität von Humus, als ihm durch die Ueberreste der auf ihm sich entwickelnden Pflanzen geliefert worden ist, in einem reinen Sandboden kann bei offener und trockener Lage niemals eine bedeutende Menge von Humus sich ansammeln, kann dieselbe niemals längere Zeit hindurch sich erhalten. Der Humus trägt auch aus dem Grunde chemisch zu der Verbesserung des Bodens bei, weil er eine zwar langsame, aber anhaltende Quelle von Kohlensäure den Pflanzen darbietet, er erleidet nach und nach eine vollständige Zersetzung und giebt dabei die vorher von ihm gebundenen Alkalien und das Ammoniak zur Beförderung der Vegetation her. Der Gründe sind also manche, derentwegen man dem Humus eine hohe Bedeutung für die Entwickelung vegetabilischer Organismen zuschreiben muß, eine Bedeutung, welche man noch höher zu schätzen im Stande sein wird, wenn ich in dem folgenden Kapitel den Einfluß des Humus auf die Verbesserung der physikalischen Eigenschaften der Ackerkrume zu erörtern Gelegenheit haben werde. Die Behauptung ist sehr unrichtig, daß die Chemiker neuerer Zeit den Werth des Humus nicht zu schätzen wüßten, daß man vielmehr ihnen zufolge allenthalben, wo er sich vorfindet, denselben durch Feuer oder andere Mittel zerstören solle, — die Agriculturchemiker betrachten ebenso gut, wie die ausübenden Landwirthe, den Humus als einen überaus wichtigen, ja nothwendigen Bestandtheil

einer fruchtbaren Ackerkrume, nur läugnen sie seine direkte Ernährungsfähigkeit, seinen unmittelbaren Uebergang in die Pflanze, und für diese ihre Ansicht wissen sie, wie ich glaube, genügende und überzeugende Gründe aufzustellen.

Die oben angedeutete Fähigkeit des Thones und des Humus, das in der Atmosphäre verbreitete oder im Erdboden sich bildende kohlensaure Ammoniak zu absorbiren und zurückzuhalten, bedingt einen größeren oder geringeren Gehalt des fruchtbaren Bodens an Ammoniak, welcher auch durch die chemische Analyse nachgewiesen wurde. Drei sehr fruchtbare Bodenarten aus Holland enthielten nach Baumhauer 0,060, 0,078 und 0,075 Proc. Ammoniak; Way fand in einem Thonboden aus der Nähe von London in den oberen Schichten 0,0293, in einer Tiefe von 1½ bis 2 Fuß 0,01815 und in einer Tiefe von 3½ Fuß noch 0,0085 Proc. Ammoniak, in einem Lehmboden, 4 Fuß unter der Oberfläche 0,01099 und in einem Thonboden aus der Gaultformation in der Ackerkrume 0,01274 und 4 Fuß unter der Oberfläche noch 0,0083 Proc. Ammoniak. Der Boden aus dem London-Thon enthielt also auf der Fläche eines Hectar und bis zur Tiefe von 8 Zoll die beträchtliche Menge von über 600 Kil. Ammoniak, entsprechend wenigstens 4000 Kil. des besten Guano und noch 4 Fuß unter der Oberfläche des Bodens waren in einer gleichen Quantität Erde fast 200 Kil. Ammoniak zugegen. Dieser große Vorrath an dem in landwirthschaftlicher Hinsicht wichtigsten Nahrungsstoffe der Pflanzen steht in einem sehr nahen Zusammenhange mit der natürlichen Fruchtbarkeit des Bodens und bedingt zum großen Theil wenigstens die Erscheinung, daß von einem Felde oft ohne Zufuhr von Dünger viele Jahre hindurch erträgliche und zuweilen sogar gute Ernten genommen werden können.

In einem gemäßigten und rauhen Klima haben die Prozesse der Fäulniß und Verwesung organischer Stoffe einen weit langsameren Verlauf als in den heißen, tropischen Ländern; die Atmosphäre wird daher in kälteren Gegenden weit weniger mit ammoniakalischen Dämpfen beladen sein und also auch der Boden nicht eine so große Menge Ammoniak absorbiren können, als dies unter einem wärmeren Himmel der Fall sein wird. Wenn auf irgend eine Weise der Ackerboden mit einer größeren Menge von kohlensaurem Ammoniak in Berührung kommt, dann bindet er eine noch ungleich größere Menge dieses Pflanzennahrungsstoffes, als den obigen Untersuchungen zufolge gewöhnlich zugegen ist. Way beobachtete, daß die genannten Bodenarten, wenn man sie einige Stunden lang mit einer mit gasförmigem kohlensaurem Ammoniak gesättigten Luft in Berührung ließ, so viel Ammoniak aufnahmen

und in einen festeren, nicht flüchtigen Zustand überführten, daß sie in der a
gegebenen Reihenfolge 0,1906; 0,2557; 0,3286; 0,1097; 0,2615 u
0,2028 Proc. Ammoniak enthielten, also 10 bis 20 mal mehr als vor d
Behandlung mit dem kohlensauren Ammoniak.

Die Ackererde besitzt eine absorbirende und zurückhaltende Kraft hinsich
lich gewisser Stoffe, nicht allein wenn diese im luftförmigen Zustande mit d
Erde in Berührung sich befinden, sondern auch, wenn sie in Wasser au
gelöst durch eine Erdschicht hindurchfiltriren. Hurtab
machte den gefaulten Urin mittelst Filtriren durch erdige Substanzen so g
ruch- und farblos, wie Quellwasser; Thompson bemerkte nach dem F
triren einer Auflösung von schwefelsaurem Ammoniak durch eine Ackerer
daß in dem Filtrat anstatt des schwefelsauren Ammoniaks schwefelsau
Kalk zugegen sei. Thompson filtrirte z. B. durch eine 6 Zoll dicke Schi
eines sandigen Lehmbodens 0,625 Grm. schwefelsaures und 0,625 kohle
saures Ammoniak, beide in destillirtem Wasser aufgelöst; in dem Filtrate fa
er nur noch 0,150 Grm. schwefelsaures und 0,080 Grm. kohlensaures A
moniak. Bei einer 8 Zoll dicken Bodenschicht war aber die ganze Ma
des Ammoniaks absorbirt.

In neuerer Zeit hat namentlich Way das Absorptionsvermögen d
Bodens durch zahlreiche Versuche und Beobachtungen näher zu bestimm
gesucht und gefunden, daß nicht allein das Ammoniak aus dessen Lösung
zurückgehalten wird, sondern daß auch gegen Kali und Kalk der Boden s
ähnlich verhält.

100 Th. Boden absorbirten aus der Lösung:	Lehmiger Boden aus Dorsetshire.	Rother Boden aus Berkshire.	Reiner Thon.	Untergrundbo aus Somersetsh
	Prc.	Prc.	Prc.	Prc.
Ammoniak, kaustisches	0,3438	0,1570	—	—
„ aus Salmiak . .	0,3478	0,1960	0,2847	0,0818
Kali, kaustisches	—	—	1,050	2,087
„ aus salpetersaurem Kali .	—	—	0,4980	—
Kalk, kaustischen	—	—	1,468	—
„ aus Bicarbonat . . .	—	—	0,731	—

Way untersuchte ferner hinsichtlich des in Rede stehenden Verhalte
einen Ackerboden, der im Zustande starker Erschöpfung sich befand und
folgende Zusammensetzung hatte:

Vegetabilische Substanz .	6,17 Prc.	Kali	0,31 Prc.
Sand und Thon . . .	59,00 „	Natron	0,12 „
Kohlensaurer Kalk . . .	5,94 „	Wasser	20,36 „
Eisenoxyd und Thonerde .	7,90 „		100,00 Prc.

Von Phosphorsäure und Magnesia konnten kaum Spuren nachgewiesen werden. Dieser Boden hatte die Fähigkeit, das Ammoniak aus dessen Salzen zu binden; in dem Filtrat wurde stets ein Kalksalz der vorher mit dem Ammoniak verbundenen Säure (der Schwefelsäure, Salpetersäure ꝛc.) gefunden. Es war nur kurze Zeit erforderlich, um diese Umsetzung zu bewirken; ein 24 Zoll langes Glasrohr war mit Boden gefüllt, die ammoniakalische Flüssigkeit filtrirte in 2 Minuten und war dann völlig frei von Ammoniak. Als getrockneter Boden angewendet wurde, war die Flüssigkeit in 8 Secunden von ihrem Ammoniakgehalt befreit. Kali schien bis zu einem gewissen Grade sich ähnlich zu verhalten, z. B. kaustisches, kohlensaures und salpetersaures Kali. Auch die Phosphorsäure in ihren auflöslichen Verbindungen wurde von der Ackererde zurückgehalten. Ebenso wurde das Kalkwasser durch die Filtration von seinem Kalkgehalt befreit. Dagegen hatte dieser Boden nur in sehr geringem Grade die Fähigkeit, das Kochsalz aus der Auflösung auszuziehen und zurückzuhalten. Way filtrirte ferner stinkende Jauche durch eine 34 Zoll dicke Schicht desselben Lehmbodens; das Filtrat war völlig geruchlos und frei von Ammoniak. Es scheint, daß große Quantitäten Urin, wenn sie durch eine verhältnißmäßig geringe Quantität eines lehmigen Bodens hindurchgehen, ihre Neigung zur Fäulniß vollständig verlieren. Das sogenannte Sewerwater von London (flüssiger Dünger, Schleusenwasser) wurde in einer Quantität von 5 Kil. durch 2 Kil. des Bodens, durch eine 6 Zoll starke Schicht, filtrirt. 5 Kil. der Flüssigkeit enthielten:

Vor dem Filtriren.	
Organische Substanz und Ammoniaksalze	18,86 Grm.
Sand und Abfatz	2,29 „
Lösliche Kieselsäure	0,78 „
Phosphorsäure	0,65 „
Kohlensäure	0,97 „
Schwefelsäure	0,92 „
Kalk	1,68 „
Magnesia	0,18 „
Eisenoxyd und Thonerde	0,39 „
Kali	3,08 „
Natron	0,10 „
Chlornatrium	2,08 „
	30,83 Grm.
Gesammtmenge in Procenten der Flüssigkeit	0,617 Prc.

Nach dem Filtriren.	
Organische Substanz, stickstofffrei	3,79 Grm.
Chlornatrium	3,30 „
Chlormagnesium	0,04 „
Chlorcalcium	0,56 „
Kohlensaurer Kalk	6,56 „
Schwefelsaurer Kalk	1,09 „
Verlust	0,20 „
	15,54 Grm.
Gesammtmenge in Procenten der Flüssigkeit	0,311 Prc.

Es sind also alle für die Ernährung der Pflanzen vorzugsweise wichtigen Stoffe absorbirt und zurückgehalten

worden aus einer Flüssigkeit, welche dem Gewichte nach mehr betrug, a
die für diesen Versuch benutzte Erde, und Way behauptet, daß wenn
Boden eines Hectare Landes bis zur Tiefe von 10 Zoll auf gleiche W
gesättigt würde, dieser Boden über 2 Millionen Kil. der Flüssigkeit a
nehmen und aus derselben eine Quantität von düngenden Substanzen zurü
halten würde, welche 6 bis 7000 Kil. Guano entspricht oder der 20fach
Quantität, die gewöhnlich auf der Fläche eines Hectare als Dünger aus
streut wird.

Aus neueren Untersuchungen hat Way gefolgert, daß die Ursache
im Vorhergehenden angedeuteten chemischen Verhaltens der Ackererde in
Bildung von schwer löslichen Doppelsilikaten der Thonerde und der Alkal
zu suchen sei. Eine Alaunlösung giebt mit kieselsaurem Natron einen vo
minösen Niederschlag, welcher eine Verbindung von kieselsaurer Thonerde u
kieselsaurem Natron ist. Der Niederschlag ist wasserhaltig und besteht
wasserfreien Zustande aus:

Kieselsäure	52,40 Prc.
Thonerde	29,68 „
Natron	17,91 „

Aehnliche unlösliche Doppelsilikate bilden das Kali und der Kalk:

Kalksilikat.		Kalisilikat.	
Kieselsäure	53,33 Prc.	Kieselsäure	47,97 Prc.
Thonerde	30,21 „	Thonerde	27,17 „
Kalk	16,46 „	Kali	24,86 „

Wird eine von diesen Verbindungen, z. B. das Natronsilikat mit einer A
lösung von schwefelsaurem Ammoniak oder Salmiak digerirt, so geht d
Natron, verbunden mit Schwefelsäure oder Salzsäure, in die Flüssigkeit ü
und das Silikat nimmt dafür eine gewisse Menge Ammoniak (6 bis 7 Pr
auf. Die entstandene Ammoniakverbindung wird unter der Einwirkung ei
sehr großen Menge Wasser zersetzt, indem das kieselsaure Ammoniak sich
der Flüssigkeit auflöst, die kieselsaure Thonerde aber ungelöst zurückbleibt;
Löslichkeit ist von der Art, daß von 70,000 Theilen Wasser 1 Theil Ammon
aufgenommen wird, während dieselbe Menge Wasser, völlig frei von Kohle
säure, zweimal soviel kohlensauren Kalk auflöst, welche Substanz gewöhnl
als unlöslich angesehen wird. Das mit Kohlensäure gesättigte Wasser nim
aus jenem Doppelsilikat die $2^1/_2$fache Menge von kieselsaurem Ammon
auf. Noch weit mehr wird die lösende Kraft des Wassers erhöht durch
Beimischung einer sehr geringen Menge von Kochsalz, indem 70,000 The

Wasser, mit nur 2 Theilen Kochsalz versetzt, 20 Theile Ammoniak dem Silikate entziehen. In ähnlicher Weise, wenn auch nicht mit gleicher Leichtigkeit wird das Natron durch Kali aus dem betreffenden Doppelsilikate ausgeschieden, das Kali also in eine sehr schwerlösliche Verbindung übergeführt und dadurch vor dem Auswaschen aus dem Boden geschützt. In den meisten Bodenarten hat Way neben dem Doppelsilikate der Thonerde und des Natrons auch die entsprechende Verbindung der Kalkerde mit Kieselsäure und Thonerde gefunden, eine Verbindung, welche gleichfalls die Fähigkeit hat, aus Lösungen das Ammoniak zu binden und außerdem auch das in der Atmosphäre verbreitete Ammoniak zu absorbiren vermag, welche letztere Eigenschaft der erwähnten Natronverbindung nicht zuzukommen scheint. Für dieses verschiedene Verhalten giebt Way die folgende Erklärung. Wenn das Doppelsilikat des Kalkes und der Thonerde mit kohlensaurem Ammoniak in Berührung kommt, so entsteht kohlensaurer Kalk und das Ammoniak-Doppelsalz, zwei Verbindungen, welche mit einander verträglich sind. Das kohlensaure Natron aber, welches in dem anderen Falle gebildet wird, wirkt zersetzend ein auf das Doppelsilikat der Thonerde und des Ammoniaks und zwar in Folge der Löslichkeit des kohlensauren Natrons und wegen der Flüchtigkeit des kohlensauren Ammoniaks. Das Natron-Silikat kann daher dem atmosphärischen kohlensauren Ammoniak kein Ammoniak entziehen.

Die Thatsache, daß die gewöhnliche Ackererde eine bedeutende Menge Ammoniak aus einer wässerigen Lösung zu binden vermag, ist auch von Liebig bestätigt gefunden; jedoch findet derselbe die Erklärung dieses Verhaltens nicht in der Existenz der vorher genannten Doppelsilikate, sondern in dem Vorkommen von Thonerdehydrat und Eisenoxydhydrat, welche in keiner Bodenart fehlen. Das Thonerdehydrat besitzt die Eigenschaft, sich mit Ammoniak zu verbinden und es ist durch H. Rose erwiesen worden, daß dieses Hydrat auch mit kohlensaurem Ammoniak eine Verbindung in festen Verhältnissen eingeht.

Das Ammoniak, welches thatsächlich in größerer oder geringerer Menge in jeder Ackererde zugegen ist und sich entweder mit Thonerdehydrat oder mit gewissen Silikaten in Verbindung befindet, ist in dieser Verbindung oft so fest gebunden, daß es nur sehr langsam sich löst und nicht in der zu einer reichlichen Ernte nöthigen Menge von der Pflanze aufgenommen werden kann, weshalb auch häufig der Acker in einem erschöpften Zustande sich befindet, ungeachtet noch bedeutende Mengen von Ammoniak in dem Boden enthalten sind; durch eine passende Behandlung des Feldes, namentlich durch Kalkdüngung kann dieses Ammoniak zu einer schnelleren Thätigkeit bestimmt und daher auch durch dieses Mittel allein oft

die Ertragsfähigkeit des Ackers in der Zeit beträchtlich erhöht werden. Außer diesem fertig gebildeten Ammoniak ist aber noch eine weitere beträchtliche Menge Stickstoff in jedem fruchtbaren Boden enthalten und zwar in organischer Verbindung mit den humusartigen Stoffen.

Die vegetabilischen und thierischen Stoffe, welche in dem Boden einer langsamen Fäulniß und Verwesung unterliegen, sind immer mehr oder weniger reich an Stickstoff, welcher je nach der Natur des Humus langsamer oder rascher in Ammoniak sich verwandelt und den wachsenden Pflanzen zugänglich wird. Die Menge dieses Stickstoffes scheint die des fertig gebildeten Ammoniaks gewöhnlich weit zu übertreffen und dieselbe überhaupt mehr in einem bestimmten Verhältniß zu dem Kohlenstoff des Humus zu stehen als zu der Menge des im Boden enthaltenen Thones oder Thonerdehydrates. Bei der Untersuchung einer Anzahl Hohenheimer Bodenarten habe ich, bei ziemlich verschiedenem Thon- und Kalkgehalte das Verhältniß zwischen dem Kohlenstoff und dem Stickstoff in dem bei 130° getrockneten Boden wie folgt gefunden:

Nr.	Kohlenstoff.	Stickstoff.		Nr.	Kohlenstoff.	Stickstoff.	
1.	0,695 Prc.	0,137 Prc.	= 5,07 : 1	8.	1,190 Prc.	0,243 Prc.	= 4,90 : 1
2.	0,976 „	0,170 „	= 5,75 : 1	9.	0,850 „	0,168 „	= 5,06 : 1
3.	1,010 „	0,201 „	= 5,03 : 1	10.	0,830 „	0,159 „	= 5,22 : 1
4.	0,918 „	0,208 „	= 4,71 : 1	11.	1,020 „	0,192 „	= 5,31 : 1
5.	0,670 „	0,127 „	= 5,27 : 1	12.	5,870 „	0,864 „	= 6,79 : 1
6.	0,955 „	0,189 „	= 5,06 : 1	13.	2,930 „	0,609 „	= 4,81 : 1
7.	0,747 „	0,151 „	= 4,95 : 1				

Man sieht, daß unter Umständen eine überaus große Menge von Stickstoff im Boden chemisch gebunden sein kann, da auf der Fläche eines Hectare selbst in den stickstoffärmsten der hier untersuchten Bodenarten in der Ackerkrume bis zu einer Tiefe von 6 Zoll etwa 2000 Kil. und in No. 12 sogar über 10,000 Kil. Stickstoff enthalten ist. Es ergiebt sich ferner, daß im Allgemeinen die Menge des Stickstoffes mit derjenigen des Kohlenstoffes steigt und fällt und daß in den Bodenarten des Hohenheimer Areals im Mittel das Verhältniß zwischen diesen beiden Elementen = 1 : 5 sich ziemlich constant erhält. Das zuletzt angedeutete Verhältniß ist hier für den Stickstoff ein überaus günstiges, in der Regel wird im Verhältniß zum Kohlenstoff weniger Stickstoff im Boden gefunden; es können und müssen viele Ursachen hierauf bedingend einwirken, nämlich verschiedene Boden-, Düngungs-, Cultur- und besonders auch klimatische Verhältnisse; gewiß aber muß bei der Beurtheilung der Güte eines Bodens nicht allein die absolute Menge des

vorhandenen Stickstoffes, sondern auch dessen Verhältniß zum Kohlenstoff berücksichtigt werden. Je günstiger dieses Verhältniß für den Stickstoff sich gestaltet, desto leichter wird wahrscheinlich auch eine weitere Zersetzung des Humus stattfinden, desto schneller wird der Stickstoff die Form von Ammoniak annehmen und also in direkte Pflanzennahrung verwandelt werden. Wenigstens deuten die Untersuchungen von Chevandier und Salvetat über die Wirkung verschiedener Wasserarten auf die Erträge der Wiesen ein solches Verhalten der humusartigen Stoffe an, Untersuchungen, auf welche ich später in der Düngerlehre bei der Theorie der Bewässerung zurückkommen werde.

In mehreren norddeutschen Bodenarten, deren nähere Zusammensetzung unten angegeben ist und die aus verschiedenen Gegenden entnommen waren, fand man folgende Kohlenstoff- und Stickstoffmengen:

Boden von	Kohlenstoff.	Stickstoff.	
1. Wollup . . .	1,810 Prc.	0,200 Prc.	= 9,05 : 1
2. Beesdau . .	0,811 „	0,108 „	= 7,51 : 1
3. Jurgaitschen .	1,03 „	0,24 „	= 4,29 : 1
4. Neuhof . . .	0,48 „	0,13 „	= 3,70 : 1
5. Turwe . . .	1,290 „	0,173 „	= 7,45 : 1
6. Cartlow . . .	0,979 „	0,106 „	= 9,23 : 1

Die von Anderson untersuchten Weizenböden aus verschiedenen Gegenden Schottlands enthielten:

Boden von	Ackerkrume. Kohlenstoff.	Ackerkrume. Stickstoff.		Untergrund. Kohlenstoff.	Untergrund. Stickstoff.	
1. Mid-Lothian .	4,510 Prc.	0,220 Prc.	= 20,50 : 1	1,306 Prc.	0,973 Prc.	= 13,42 : 1
2. East-Lothian	1,981 „	0,130 „	= 15,24 : 1	1,563 „	0,150 „	= 10,42 : 1
3. Renfrewshire	3,140 „	0,143 „	= 21,98 : 1	1,230 „	—	
4. Pertshire .	2,550 „	0,210 „	= 12,14 : 1	2,030 „	0,170 „	= 11,94 : 1
5. Morayshire .	0,714 „	0,074 „	= 9,65 : 1	0,390 „	0,048 „	= 8,12 : 1
6. Morayshire .	1,455 „	0,092 „	= 15,81 : 1	—	—	

Man bemerkt, daß in diesen Bodenarten die Menge des Stickstoffes im Verhältniß zum Kohlenstoff ungleich niedriger gefunden wurde, als in den oben erwähnten Ackererden; vielleicht sind die klimatischen Verhältnisse Schottlands hierauf nicht ohne bedingenden Einfluß. Doch auch in Deutschland hat man ähnliche Verhältnisse beobachtet, wie die folgenden von Ritthausen mitgetheilten Zahlen beweisen, welche auf einige sandige Bodenarten des Königreiches Sachsen sich beziehen:

	Kohlenstoff.	Stickstoff.	
1.	1,415 Prc.	0,107 Prc.	= 13,22 : 1
2.	1,148 „	0,115 „	= 9,98 : 1
3.	1,537 „	0,126 „	= 12,20 : 1
4.	2,163 „	0,113 „	= 19,14 : 1
5.	1,396 „	0,089 „	= 15,68 : 1

Mit zunehmender Tiefe unter der Ackerkrume vermindert sich in der Re
rasch der procentische Gehalt des Bodens an Humus und zuweilen beobach
man dann, daß die Stickstoffmenge im Humus verhältnißmäßig eine schnell
Abnahme erleidet als der Kohlenstoff, wenigstens ist dieses bei einigen Hohe
heimer Bodenarten der Fall:

	Kohlenstoff.	Stickstoff.	
Nr. 12. Ackerkrume . .	5,870 Prc.	0,864 Prc.	= 6,79 : 1
Bei 1 Fuß Tiefe .	3,490 „	0,300 „	= 11,63 : 1
„ 11. Ackerkrume . .	1,020 „	0,192 „	= 5,31 : 1
Bei 1½ Fuß Tiefe	0,210 „	0,029 „	= 7,24 : 1
„ 3 Fuß Tiefe .	0,138 „	0,007 „	= 19,86 : 1

Unmittelbar unter der Ackerkrume, also in einer Tiefe von 8 bis 10 Z
unter der Oberfläche des Bodens, scheint aber für den Stickstoff ein günsti
res Verhältniß zu bestehen, wenigstens wenn der Boden vorherrschend sandig
Natur ist und auch die oberen Schichten eine nicht sehr bedeutende Menge v
humusartigen Stoffen enthalten, wie aus folgenden Beispielen von Hohe
heimer Bodenarten zu entnehmen ist:

	Ackerkrume.			Untergrund.		
	Kohlenstoff.	Stickstoff.		Kohlenstoff.	Stickstoff.	
1. .	0,695 Prc.	0,137 Prc.	= 5,07 : 1	0,452 Prc.	0,119 Prc.	= 3,80 : 1
2. .	0,976 „	0,170 „	= 5,75 : 1	0,529 „	0,151 „	= 3,44 : 1
3. .	1,010 „	0,201 „	= 5,03 : 1	0,569 „	0,178 „	= 3,20 : 1
4. .	0,918 „	0,208 „	= 4,71 : 1	0,349 „	0,157 „	= 2,20 : 1

Bei tiefen angeschwemmten Bodenarten kann ebenfalls das betreffende Ve
hältniß im Untergrunde für den Stickstoff sich günstig gestalten, wie die Unte
suchungen Anderson's beweisen, welche zum Theil auf Marschländerei
und Alluvialboden sich beziehen. In Bodenarten, welche zur Säure genei
sind, und namentlich in dem Torfboden wird in der Regel die Menge d
Stickstoffes verhältnißmäßig nur eine geringe sein.

Weitere Forschungen über die Beschaffenheit der in verschiedenen Bode
arten enthaltenen Humussubstanzen und über die Form und Verbindung, i
welcher der Stickstoff vorkommt, werden ohne Zweifel zu interessanten Resu
taten führen und vielleicht auch dazu beitragen, das abweichende und oft

räthselhafte Verhalten der concentrirten Düngmittel in seinen Ursachen zu ergründen.

Die im Obigen gegebenen Andeutungen beweisen klar, wie wichtig es ist, bei der Untersuchung von Bodenarten und bei der Bestimmung ihrer Fruchtbarkeit nach den Bestandtheilen, auf den Zustand Rücksicht zu nehmen, in welchem diese Bestandtheile in der Ackererde zugegen sind. Es könnte sehr leicht der Fall eintreten, daß zwei Bodenarten, welche in ihrer gegenwärtigen Ernährungsfähigkeit sehr weit von einander verschieden sind, ganz und gar dieselbe procentische Zusammensetzung zeigten, während die einzelnen Elemente mit einander ganz verschiedene Verbindungen bilden, und diese Verbindungen selbst oder die näheren Bestandtheile der Ackerkrume in einem ganz verschiedenen Zustande der Verwitterung, d. h. der Auflöslichkeit oder der Verwendbarkeit zur Ernährung der Pflanze sich befinden. Die bisher unternommenen Bodenanalysen haben fast durchgängig keine Rücksicht genommen auf jenen Zustand und aus diesem Grunde sind sie von sehr geringer Bedeutung, sowohl für die Wissenschaft im Allgemeinen, wie für die praktische Landwirthschaft insbesondere; sie geben nur ein Bild von der Fruchtbarkeit, welche in einem Boden möglicherweise vorhanden sein kann, aber liefern uns keine Kunde darüber, ob diese Fruchtbarkeit schon jetzt den Pflanzen zu Gute kommen kann, oder erst im Verlaufe von Jahrhunderten und Jahrtausenden aus dem Boden sich entwickeln wird; solche Bodenanalysen haben keinen höheren Werth und kaum einen so hohen, wie diejenigen, welche sich auf die ungefähre oder oberflächliche Bestimmung der Hauptbestandtheile eines Ackerbodens beschränken, nämlich des Sandes, des Thones, des Kalkes und der Humussubstanzen. Die letzteren Analysen sind für den praktischen Landbau häufig genügend, sie liefern als Resultat die Kenntniß, ob der untersuchte Boden für den Anbau dieser oder jener Pflanze im Großen mehr oder weniger geeignet sei, namentlich da aus den Mengenverhältnissen der Hauptbestandtheile auch Schlüsse gemacht werden können auf die physikalischen Eigenschaften der Ackerkrume. Die Wissenschaft verlangt mehr von einer Bodenanalyse; durch dieselbe muß die selbstständige Fruchtbarkeit des Bodens genau erforscht, die Nahrungsstoffe ihrer Menge und Beschaffenheit nach ermittelt werden, welche augenblicklich verfügbar sind, diejenigen, welche bald in diesen Zustand überzugehen vermögen, und endlich die, welche in entfernterer Zukunft erst zu verwenden sein werden; es müssen aus den Verbindungen der elementaren Bestandtheile und aus ihren gegenseitigen Mengenverhältnissen sichere Schlüsse gezogen werden können auf die Ertragsfähigkeit des Bodens für diese oder jene bestimmte Pflanze in der Gegenwart, wie in der Zukunft. Derartige Analysen sind aber bei ihrer Ausführung mit großen Schwierigkeiten, mit

einem bedeutenden Aufwande von Zeit und Sorgfalt verbunden, ja selbst d
Untersuchungen werden keinen praktischen Nutzen gewähren, wenn sie n
gleichzeitig auf eine genaue Bestimmung der physikalischen Eigenschaften
Ackerbodens ausgedehnt werden, und endlich vor allen Dingen mit zahlreic
Cultur- und Vegetationsversuchen in Verbindung gesetzt werden; nur die
Versuche mit dem Anbau der verschiedenen Pflanzen auf einem genau un
suchten Boden, unter genau bestimmten äußeren Witterungs- und klimatis
Verhältnissen, werden im Stande sein, der Bodenkunde eine gründliche wis
schaftliche Basis und eine unendlich wichtige praktische Bedeutung zu ge
Gegenwärtig können wir von der Bodenkunde noch keinen hohen Nutzen
die landwirthschaftliche Praxis verlangen, die Lehre von dem Einfluß
Bodens auf das Wachsthum der Pflanzen muß erst selbst eine allgemei
Begründung erhalten; sie wird eine solche aber, und zwar in der näch
Zukunft erhalten, wenn die Agriculturchemie eine größere Anzahl
Verehrern gefunden hat, wenn namentlich die praktischen Landwirthe mit
Chemikern zu einem gemeinschaftlichen Streben sich verbunden haben.
klarere und umfassendere Begründung der Bodenkunde wird und muß dage
der Landwirthschaft selbst ihre sichere wissenschaftliche Basis und damit
Praxis einen geistigen Aufschwung und zugleich großen materiellen Vort
gewähren.

Direkte vergleichende Versuche über die Tragbark
verschiedener Bodenarten, welche längere Zeit vorher einer glei
Bearbeitung, Düngung und Cultur unterworfen wurden, sind, so viel mir
kannt ist, in nur einigem Umfange und mit der nöthigen Sorgfalt bisher
nicht ausgeführt worden. Die folgenden freilich sehr ungenügenden V
suche Drappier's, eines französischen Landwirthes, deuten wenigstens
Weg an, auf welchem man in dieser Hinsicht zu brauchbaren Resultaten
langen wird, vorausgesetzt natürlich, daß man bei solchen Versuchen n
allein, wie es hier geschehen ist, auf einige der vorherrschenden Bestandth
des Bodens Rücksicht nimmt, sondern gleichzeitig alle Bedingungen des
deihens der Pflanze ins Auge faßt. Drappier suchte möglichst versc
dene Bodenarten aus, benutzte von jeder Bodenart eine Fläche von $^1/_2$ H
tar, unterwarf alle diese Ackerstücke der Brache und darauf einer Düng
mit 6 sechsspännigen Fudern Mist von völlig gleicher Qualität. J
Ackerstück wurde nun in drei gleich große Abtheilungen getheilt, von de
die erste mit 26 Kil. Weizen, die zweite mit 26 Kil. Roggen und die d
mit 26 Kil. Hafer besäet wurde. Die Ernteresultate waren folgende:

1. Boden (Sand 60, Thon 25 und Kalk 15 Prc.)

		Weizen		Roggen		Hafer	
Ertrag an Körnern:	Weizen	47	Kil.,	Roggen 198	Kil.,	Hafer 60	Kil.
„ „ Stroh:	„	283	„ ,	„ 1476	„ ,	„ 179	„

2. Boden (Sand 15, Thon 20, Kalk 65 Prc.)

		Weizen		Roggen		Hafer	
Ertrag an Körnern:	Weizen	51	Kil.,	Roggen 114	Kil.,	Hafer 58	Kil.
„ „ Stroh:	„	139	„ ,	„ 360	„ ,	„ 122	„

3. Boden (Sand 52, Thon 10, Kalk 38 Prc.)

		Weizen		Roggen		Hafer	
Ertrag an Körnern:	Weizen	57	Kil.,	Roggen 221	Kil.,	Hafer 62	Kil.
„ „ Stroh:	„	288	„ ,	„ 1562	„ ,	„ 159	„

4. Boden (Sand 20, Thon 65, Kalk 15 Prc.)

		Weizen		Roggen		Hafer	
Ertrag an Körnern:	Weizen	110	Kil.,	Roggen 178	Kil.,	Hafer 130	Kil.
„ „ Stroh:	„	490	„ ,	„ 1432	„ ,	„ 418	„

5. Boden (Sand 45, Thon 35, Kalk 30 Prc.)

		Weizen		Roggen		Hafer	
Ertrag an Körnern:	Weizen	310	Kil.,	Roggen 503	Kil.,	Hafer 270	Kil.
„ „ Stroh:	„	1138	„ ,	„ 1808	„ ,	„ 892	„

Aus den Resultaten dieser Versuche ersieht man, wie sehr die in ihren vorherrschenden Bestandtheilen verschieden zusammengesetzten Bodenarten in ihrer Ertragsfähigkeit für eine bestimmte Pflanze von einander abweichen, selbst dann, wenn alle nöthigen Nahrungsstoffe in reichlicher und gleicher Menge in ihnen vorhanden oder ihnen zugeführt waren.

Ich werde hier einige der besten, in neuerer Zeit ausgeführten Bodenanalysen mittheilen, um meinen Lesern ein ungefähres Bild von der procentischen Zusammensetzung einer fruchtbaren Ackerkrume zu verschaffen. Zunächst gebe ich nach Baumhauer die Zusammensetzung von drei Arten des fruchtbaren Thonbodens Hollands, aus dem Zuidersee, welcher Boden ursprünglich von dem Wasser des Rheines bis in die Gegenden seiner Mündung fortgeschwemmt und hier abgesetzt wurde; er muß also hauptsächlich aus den Verwitterungsprodukten der Gesteine bestehen, welche zu beiden Seiten das Rheinthal begränzen.

	1.	2.	3.
Unlösliche kieselerdehaltige Thonerde und Quarzsand	57,646	51,706	55,372
Lösliche Kieselerde	2,340	2,496	2,286
Thonerde	1,830	2,900	2,888
Eisenoxyd	9,039	10,305	11,864
Eisenoxydul	0,350	0,563	0,200
Manganoxydul	0,288	0,354	0,284
Kalk	4,092	5,096	2,480
Magnesia	0,130	0,140	0,128
Kali	1,026	1,430	1,521
Natron	1,972	2,069	1,937
Ammoniak	0,060	0,078	0,075
Phosphorsäure	0,466	0,324	0,478
Schwefelsäure	0,896	1,104	0,576
Kohlensäure	6,085	6,940	4,775
Chlor	1,240	1,382	1,418
Humus, Pflanzenüberreste und chemisch gebundenes Wasser	12,000	12,582	12,965
Verlust	0,540	0,501	0,783
	100,000	100,000	100,000

Die hier mitgetheilte Zusammensetzung dieser drei Bodenarten läßt a
dings mit ziemlich großer Sicherheit schließen, daß dieselbe dem Wachst
der Pflanzen sehr günstig sei; es sind alle nothwendigen Nahrungsstoffe v
handen; die Gegenwart einer bedeutenden Quantität von Humus, s
deren Mengenverhältniß zum Thone und zum Sande scheint dem Pflan
wachsthum im Allgemeinen zusagende physikalische Verhältnisse vorauszuse
wir erfahren ferner aus den obigen Analysen, daß bei Nr. 1 z. B., wenn
Gewicht eines Cubikfußes der lockeren Erde gleich 40 Kil. angenommen w
auf 100 Quadratfuß Oberfläche und bei einer Tiefe der Ackerkrume von 1 F
über 40 Kil. Kali, etwa 19 Kil. Phosphorsäure, beinahe $2^1/_2$ Kil. Am
niak in der Ackererde zugegen sind, also hinreichend, um eine üppige Vegeta
viele Jahre hindurch mit immer neuen Nahrungsstoffen zu versorgen; kei
wegs jedoch wird aus den analytischen Resultaten uns klar, wie viel der
sammtmenge der einzelnen Stoffe schon sofort den Pflanzen dargeboten,
zur Ernährung derselben verwendet werden können, und ob die gegenseiti
Mengenverhältnisse der assimilirbaren Stoffe dem Wachsthum der Pflan
im Allgemeinen oder einer einzelnen bestimmten Pflanze günstig oder
günstig sind.

Aus einer von *Way* und *Daubeny* ausgeführten Untersuchung e
nehme ich die folgenden Analysen:

	1.	2.	3.	4.	5.
Steine und Kiesel	31,500	26,700			
Grober Sand	32,200	32,800			
Feiner Sand und Thon . .	14,900	16,500			
Lösliche Kieselerde	3,440	4,400			
Kalk	5,050	5,800			
Eisenoxyd	3,550	4,180			
Lösliche Thonerde	1,280	1,010			
Kohlensäure	3,840	5,050			
Schwefelsäure	0,066	0,066			
Chlor	Spur	Spur			
Magnesia	0,018	0,034	0,033		
Kali	0,093	0,118	0,064	0,019	0,079
Natron	0,043	0,012	0,011	0,030	0,047
Phosphorsaurer Kalk . . .	0,027	0,032	0,035	0,066	0,013
Organische Substanz . . .	3,760	3,040	2,140	4,480	3,100
	99,767	99,742			

Nr. 1 war eine den übrigen Bodenarten in seiner äußeren physikalischen Beschaffenheit und in der Zusammensetzung hinsichtlich der Hauptbestandtheile ganz ähnliche Ackererde; Nr. 2 bis 5 waren alle von derselben Ackerfläche und in einer nur geringen Entfernung von einander aufgenommen; auf Nr. 2 war 10 Jahre hinter einander Gerste gebaut worden, ohne irgendwie Dünger dem Boden zuzuführen; Nr. 3 war 9 Jahre hinter einander mit Kartoffeln, Nr. 4 dagegen 10 Jahre lang mit Turnips bestellt gewesen, und Nr. 5 hatte 10 verschiedene Ernten getragen, ebenfalls ohne Dünger zu erhalten. Die hier analysirten Bodenarten besitzen noch im höheren oder geringeren Grade eine verborgene oder gebundene befruchtende Kraft, die aus der Analyse selbst nicht deutlich wird, denn die mineralische Beschaffenheit der Steine, des groben und feinen Sandes ist nicht näher bezeichnet und also auch nicht zu ersehen, ob durch dieselben bei einer fortschreitenden Verwitterung neue pflanzenernährende Mineralstoffe geliefert werden konnten oder nicht. Es ist zu beachten, daß z. B. der Boden, welcher in zehn aufeinander folgenden Jahren sehr verschiedene Pflanzen getragen hatte, also in dem Zustande der größten Erschöpfung sich befinden mußte, dessen ungeachtet der Analyse zufolge noch bedeutende Mengen von Alkalien und Phosphorsäure enthielt, so daß die analytischen Resultate selbst jenen erschöpften Zustand nicht zu erkennen geben. Es folgt also, daß jene zurückgebliebenen Mineralsubstanzen in einem mehr gebundenen, weniger auflöslichen Zustand sich befunden haben müssen, als die bereits von den angebauten Gewächsen absorbirten. Die Richtigkeit dieser Annahme ergiebt sich aus dem ferner untersuchten Verhalten jener Bodenarten gegen eine bestimmte Quantität Wasser; während nämlich aus $^1/_2$ Kil. des vor Kurzem gedüngten Bodens durch 1 Litre Wasser 0,212 Grm. alkalischer Verbindungen, fast nur Kalisalze ausgezogen wurden, gab der Gerstenboden (Nr. 2) auf gleiche Art behandelt, nur noch 0,0075, der Kartoffelboden (Nr. 3) 0,0044, der Turnips-

boden (Nr. 4) 0,0075 und der abwechselnd mit verschiedenen Früchten an
baut gewesene Boden (Nr. 5) nur ungefähr 0,0013 Grm. von noch übri
alkalischen Salzen, die bei weitem zum größten Theil aus Natronverbindun
bestanden und kaum bemerkbare Spuren von Kali enthielten. Ein ähnli
Verhalten zeigte sich hinsichtlich des phosphorsauren Kalkes; aus Nr
wurden 0,0220, aus Nr. 2 nur 0,0094, aus Nr. 3 nur 0,0078,
Nr. 4 0,0094 und aus Nr. 5 endlich 0,0020 Grm. ausgezogen. Mit der
nachgewiesenen Abnahme der auflöslichen mineralischen Nahrungsstoffe st
unter übrigens völlig übereinstimmenden Verhältnissen, die gleichzeitig beob
tete Abnahme der Ertragsfähigkeit des Bodens, in einem direkten Verhältn

Auf Veranlassung des preußischen Landes-Oekonomiekollegiums sin
neuerer Zeit sehr viele Boden- und Aschenanalysen ausgeführt worden;
der Menge der ersteren theile ich hier beispielsweise die folgenden mit,
denen Nr. 1 bis 4 von Rammelsberg, Nr. 5 von Krocker und Nr
von Marchand ausgeführt worden:

Organische Substanzen.	1. Wollup.	2. Beeskau.	3. Jurgaitschen.	4. Neuhof.	5. Turwe.	6. Gartie
Kohlenstoff	1,810	0,811	1,03	0,48	1,290	0,97
Stickstoff	0,200	0,108	0,24	0,13	0,173	0,10
Wasserstoff, Sauerstoff	7,120	2,518	5,44	3,76	2,187	1,91
In verdünnter Salzsäure lösliche Substanzen:						
Chlor	0,003	0,003	Spur	0,003	0,008	0,0
Kohlensäure	0,063	Spur	0,08	0,04	2,328	0,0
Schwefelsäure	0,002	0,004	0,004	0,007	0,022	0,0
Phosphorsäure	0,009	0,007	0,026	0,09	0,014	0,0
Kieselsäure	—	—	—	—	0,196	0,4
Eisenoxyd	2,229 (Eisenoxyd und Manganoxyd)	1,149 (Eisenoxyd und Manganoxyd)	0,09	1,37 (Eisenoxyd und Manganoxyd)	0,794	1,21
Manganoxyd			—		—	0,0
Thonerde	0,478	0,369	0,46	0,64	1,040	1,48
Kalkerde	0,595	0,325	0,36	0,42	3,169	0,0
Magnesia	0,085	0,057	0,09	0,15	0,043	0,04
Kali	0,027	0,060	0,06 (Kali und Natron)	0,08	0,113	0,20
Natron	0,006	Spur		—	0,006	0,09
In Salzsäure unlösliche Substanzen.						
Kieselsäure	63,642	87,581	81,42	83,69	85,810	85,9
Eisenoxyd	5,697	1,092	1,34	1,39	0,490	1,73
Manganoxyd	—	—	—	—	—	Sp
Kalkerde	0,940	0,390	1,27	0,83	0,222	0,44
Magnesia	2,234	1,078	1,49	1,19	,,	0,36
Thonerde	10,948	2,671	3,21	3,28	1,403	3,31
Kali	2,645	0,732	1,92	1,78	0,088	1,10
Natron	1,267	1,045	0,61	0,72	0,276	0,0
	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,0

einer und derselben Behandlung unterworfen worden in der Art, daß sie im Jahr, bevor die der Untersuchung unterworfenen Proben eingesammelt wurden, mit Rindviehmist gedüngt worden waren und Kartoffeln getragen hatten. Die sämmtlichen Bodenarten gehören den bessern Klassen an, wie schon daraus hervorgeht, daß sie zu Culturversuchen mit Raps und Weizen verwendet wurden. Es ist zu bedauern, daß außer der chemischen Untersuchung jener Bodenarten nicht auch genaue Bestimmungen über die physikalischen Eigenschaften gemacht und Beobachtungen über klimatische und Witterungsverhältnisse während der Dauer der Culturversuche angestellt worden sind. Wenn man nun auch nicht über die relative und absolute Fruchtbarkeit der in Rede stehenden Bodenarten ein sicheres Urtheil zu fällen im Stande ist, so kann man doch aus den obigen Analysen einige Folgerungen ziehen, welche ein allgemeineres Interesse darbieten möchten. Zunächst bemerkt man unter den in verdünnter Salzsäure auflöslichen Stoffen alle diejenigen Mineralkörper in hinreichender Menge, welche zum Gedeihen der Pflanze erforderlich sind und außerdem, daß sämmtliche Bodenarten verhältnißmäßig reich sind an chemisch gebundenem Stickstoff, dessen Quantität zu der Menge des in den organischen humusartigen Stoffen enthaltenen Kohlenstoffes im Mittel sich verhält wie 1 : 7. Es ist also wohl anzunehmen, daß diese Bodenarten unter günstigen Witterungsverhältnissen einen hohen Grad der Fruchtbarkeit entwickeln mußten. Besonders bemerkenswerth ist das quantitative Verhalten des Humus, der Alkalien, der Thonerde und des Kalkes; man findet nämlich hinsichtlich dieser Stoffe eine gewisse gegenseitige Abhängigkeit in den Mengenverhältnissen. Nr. 1 ist die einzige der hier untersuchten Bodenarten, welche reich an Thonerde und deswegen wahrscheinlich ziemlich bindiger Natur ist; hier sieht man auch die größte Menge Humus auftreten, während bei den übrigen sowohl der Thon- wie der Humusgehalt bedeutend geringer ist und im Ganzen sich ziemlich gleich bleibt. Die Zunahme oder die Verminderung der Alkalimenge gleichzeitig mit dem Thongehalt macht sich besonders unter den in Säuren unlöslichen Theilen geltend, wie man namentlich in der Analyse Nr. 5 bemerkt; hier ist jedoch außer dem sehr niedrigen Thongehalte noch eine andere Ursache des geringen Alkaligehaltes vorhanden und diese liegt in der Gegenwart einer weit bedeutenderen Menge fein vertheilten kohlensauren Kalkes, als man bei den übrigen untersuchten Bodenarten bemerkt. Der den übrigen Bestandtheilen innig beigemischte Kalk nämlich wirkt sowohl chemisch wie physikalisch auf die Lösung der im Boden gebundenen Alkalien und wie es scheint ebenso auf die Kieselsäure; unter den in verdünnten Säuren auflöslichen Mineralstoffen ist in Nr. 5 eine verhältnißmäßig große Menge von Kali und auch von Kieselsäure und Thonerde

Die hier erwähnten, sowie andere ähnlich zusammengesetzte Bodenart
aus den verschiedensten Theilen des preußischen Staates waren sämmtli
gefunden worden, während das erstere unter den unlöslichen Verbindunge
an Menge sehr abgenommen hat. Es ist indessen aus leicht begreifliche
Ursachen keineswegs immer der Fall, daß unter den in Säuren auflösliche
Bodenbestandtheilen mit der Menge der Kalkerde auch die der Alkalien z
nimmt; im Gegentheil ist es Thatsache, daß der reine Kalkboden gerade
Alkalien in der Regel Mangel leidet. Es kann natürlich nur eine Ve
gleichung stattfinden zwischen Bodenarten, welche einen fast gleichen Tho
oder Lehmgehalt besitzen und überhaupt in allen übrigen Bestandtheilen auß
dem Kalke eine große Uebereinstimmung zeigen und deren Kalkgehalt auch n
wenige Procente beträgt. Selbst unter den hier angedeuteten Voraus
setzungen findet man wiederum Ausnahmen, welche wohl vorzugsweise dur
eine eigenthümliche physikalische Beschaffenheit des Bodens bedingt sind. E
giebt nämlich Bodenarten, welche ungeachtet eines oft nicht unbedeutend
Gehaltes an Thonerde und ohne daß die Menge des Kalkes einigermaß
beträchtlich wäre, dennoch einen hohen Grad von Lockerheit besitzen und d
Alkalien unter einem schnellen Verlaufe des Verwitterungsprozesses leicht
den auflöslichen Zustand übergehen lassen. Von solcher Beschaffenheit schei
die mit Nr. 6 bezeichnete Bodenart zu sein, indem hier gerade die relat
größte Menge an Alkalien nicht allein, sondern auch an Kieselsäure und Tho
erde von der Säure aufgelöst worden ist, obgleich der Gehalt an Kalkerde n
überaus gering war.

Die durch ihre außerordentliche Ertragsfähigkeit für lan
wirthschaftliche Culturpflanzen aller Art, insbesondere für Cerealien und O
früchte, berühmten Bodenarten des Banates sind von Rudolp
v. Hauer der chemischen Untersuchung unterworfen worden. Die Prob
wurden im Frühjahr von ungedüngtem Boden aufgenommen und zwar jede
mal in drei verschiedenen Tiefen: 1. die Ackerkrume bis 6 Zoll tief; 2. Unte
grund bis auf eine Tiefe von 2 Fuß; 3. eine Erdschicht bis zu 5 und 6 F
Tiefe. Die Untersuchung erstreckte sich vorzugsweise auf die in Salzsäu
löslichen Bestandtheile; die procentischen Zahlenverhältnisse beziehen sich a
die bei 100° C. getrocknete Erde. Es wird genügen, hier einige von den a
gestellten Analysen in ihren Resultaten mitzutheilen.

	a. Zombor, Bacser Comitat.			b. Toba, Torontaler Comitat.			c. Lippa, Temescher Bezirk.		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
Organische Substanz	7,39	4,55	2,81	9,55	2,03	1,85	4,83	3,55	3,29
Kohlensäure . . .	4,02	6,79	9,97	0,39	9,13	6,48	Spur	Spur	0,17
Kieselsäure . . .	0,72	1,14	0,50	0,17	0,25	0,27	0,27	0,59	0,14
Phosphorsäure . .	0,23	0,14	0,07	0,07	0,08	0,14	0,04	0,03	—
Schwefelsäure . .	0,04	0,08	0,06	0,04	0,06	0,39	—	—	—
Chlor	0,13	Spur	—	—	—	—	Spur	—	—
Eisenoxyd	5,35	7,74	5,95	5,23	10,29	5,84	3,75	8,77	4,75
Thonerde	1,45		0,98	2,82		1,85	0,73		3,60
Kalkerde	5,56	8,94	14,28	1,81	10,67	8,60	0,18	0,07	0,16
Magnesia	0,17	0,14	0,59	0,07	0,03	0,36	0,10	0,06	0,04
Kali	0,10	0,59	0,06	0,22	1,05	0,23	0,05	0,11	0,08
Natron	0,07		Spur	0,41		Spur	0,03		0,06
Unlöslicher Rückstand	73,27	69,09	63,77	79,72	65,91	72,67	89,23	86,23	86,61
	98,50	99,20	99,58	100,20	99,50	98,68	99,21	99,41	98,90

Betrachtet man die hier zusammengestellten Analysen etwas näher, so ergiebt sich, nach v. Hauer, vielleicht mit Ausnahme der großen Menge der organischen Bestandtheile, keine besondere Veranlassung, die hohe Ertragsfähigkeit der Bodenarten auf ihre chemische Zusammensetzung allein zu gründen; es sind zwar alle zur Constitution eines fruchtbaren Ackerbodens erforderlichen Bestandtheile vorhanden, allein eben jene Bestandtheile, denen man eine besonders günstige Wirkung auf die Vegetation zuzuschreiben pflegt, nämlich Kali und Phosphorsäure, treten nicht in der Menge auf, wie z. B. in den Schwarzerden Rußlands, worin die Analyse von Petzholdt an fixen Alkalien bis zu 17 Proc. und an Phosphorsäure bis zu 3 Proc. (auf 100 Theile der in Salzsäure löslichen Substanzen berechnet) nachweisen. Die geringe Menge an den genannten Substanzen darf jedoch nicht befremden; wenn auch in der procentischen Zusammensetzung ihre Quantität nicht bedeutend erscheint, so ist doch der Boden hinreichend versehen, um noch für eine lange Reihe von Jahren die Pflanzen damit zu versorgen; denn gesetzt, es wäre durchschnittlich z. B. nur 0,01 Prc. Phosphorsäure vorhanden, so würde dies bei einer Tiefe der den Wurzeln zugänglichen Erdschicht von nur einem Fuß, doch noch für ein Hectar über 1700 Kil. Phosphorsäure betragen. Es scheinen demnach, abgesehen von den vortheilhaften Einflüssen des Klimas und der Lage, hauptsächlich die besonders günstigen physikalischen Eigenschaften die Güte der in Rede stehenden Bodenarten zu bedingen. Die große Menge der organischen Substanzen und die dadurch bedingte größere Erwärmungsfähigkeit des Bodens, der hohe Grad von Gleichförmigkeit bis tief in den steinlosen Untergrund, der den Pflanzen gestattet, ihre Wurzeln

ohne Hinderniß in beträchtliche Tiefen zu senden, woraus wieder eine größe
Aufnahmsfähigkeit für die mineralischen Bestandtheile hervorgeht, endlich da
günstige Verhalten bezüglich der Wasseraufnahme, dürften als Hauptfactore
der Fruchtbarkeit dieser Bodenarten anzusehen sein.

Die bisher erwähnten Bodenarten gehören sämmtlich der Klasse der s
genannten Lehm- und Thonböden an; zur Vergleichung gebe ich in de
Folgenden eine Uebersicht über die Bestandtheile der mehr sandigen oder leic
teren Bodenarten. Ein lehmiger Sandboden aus der Nähe von Dahle
in Sachsen, auf welchem Weizen und Raps nicht besonders gedeihen, d
gegen der Klee meist noch gute Erträge liefert, ist in mehreren Abarten vo
Ritthausen einer sorgfältigen chemischen Untersuchung unterworfe
worden.

	1. Prc.	2. Prc.	3. Prc.
Thonerde	1,060	1,216	1,031
Eisen- und Manganoxyd	0,738	1,203	0,692
Kalkerde	0,174	0,200	0,120
Magnesia	0,137	0,138	0,088
Kali	0,043	0,014	0,056
Natron	0,032	0,008	—
Kieselsäure	0,266	0,055	0,099
Schwefelsäure	0,014	0,012	—
Phosphorsäure	0,030	0,022	0,041
Bei 150° erhaltene Feuchtigkeit	1,064	1,257	1,145
In Salzsäure unlöslich	92,290	92,633	93,520
Kohlenstoff	1,148	1,537	1,396
Stickstoff	0,115	0,126	0,089
Wasser, durch Verbrennung erhalten	1,166	0,940	1,198

Analysen von ganz armen Sandböden hat Stöckhardt mitg
theilt: Nr. 1—5 aus der Campine in Belgien und zwar Nr. 1 weiß
Sandboden, ohne Vegetation, 2) gelber Sandboden ohne Vegetatio
3) humoser Sandboden, mit Haidekraut bewachsen, 4) humoser Sandbod
von neu angelegten Rieselwiesen, 5) humoser Sandboden, seit zehn Jahr
unter dem Pflug (Weizen und Klee tragend); ferner Nr. 6) Wehesand a
der Lingen-Meppen'schen Haide in Hannover, mit neuer Kiefercultu
7) Sandboden aus Lingen von einem Kleefelde, 8) Sandboden aus d
Lüneburger Haide, von dem Ebstorfer Versuchsfelde, 9) Sandboden a
Uchro, an der Gränze der preußischen Niederlausitz und Mittelmark.

	1.	2.	3.	4.	5.	6	7.	8.	9.
	Prc.	Prc.	Prc	Prc.	Prc.	Prc.	Prc.	Prc.	Prc.
Thonige Masse . .	0,22	0,44	0,82	0,74	0,40	0,11	4,00	2,12	3,27
Feiner Mehlsand .	3,20	3,10	6,65	4,50	3,66	1,24	11,62	8,80	5,23
Streusand . . .	96,16	95,21	87,55	91,68	90,20	98,10	81,35	84,82	90,20
Organische Stoffe .	0,42	1,25	4,98	3,08	5,74	0,55	3,03	4,26	1,30
Wasserhaltende Kraft	26,5	29,8	53,7	40,2	43,9	25,3	41,3	39,0	21,6
Kohlensaure Kalkerde	0,002	0,001	0,016	0,014	0,465	0,003	0,028	0,147	0,012
Phosphorsäure . .	0,022	0,021	0,021	0,024	0,034	0,026	0,022	0,022	—
Stickstoff	0,019	0,029	0,079	0,104	0,155	0,014	0,065	0,114	0,050

Man sieht, daß in diesen sandigsten aller Sandböden immer noch verhältnißmäßig viel Phosphorsäure und chemisch gebundener Stickstoff enthalten sind und daß auch die Alkalien in passenden Verbindungen nicht fehlen, ergiebt sich aus der thatsächlich sehr günstigen Wirkung von kaliarmen Düngmitteln auf diesen Bodenarten, namentlich aus den günstigen Erfolgen der vielfach angewendeten Guanodüngung.

Als Beispiel der Zusammensetzung eines fruchtbaren Kalkbodens führe ich hier eine von Polstorff mitgetheilte Analyse an:

1. In Wasser auflösliche Bestandtheile der Ackererde . .	0,187 Prc.
2. In Salzsäure auflösliche Bestandtheile der Ackererde .	51,400 „
3. Unlöslicher Rückstand	48,413 „
	100,000 Prc.

Die Gesammtmenge der organischen Materie betrug 5,844 Prc.; von den 0,187 Prc. der in Wasser auflöslichen Stoffe bestanden 0,056 Prc. aus auflöslichem Humus. Die in den Auszügen und im Rückstande gefundenen mineralischen Bestandtheile sind wiederum für sich auf 100 Theile berechnet und in dieser Berechnung hier zusammengestellt worden, so daß also Nr. 1 auf die in Wasser auflöslichen, Nr. 2 auf die in Salzsäure auflöslichen und Nr. 3 auf die in beiden Mitteln unlöslichen Bestandtheile sich bezieht:

	1.	2.	3.
Kohlensäure	32,80	35,40	„
Kieselsäure	5,08	3,20	84,67
Chlor	0,15	„	„
Schwefelsäure	7,68	0,24	„
Phosphorsäure }	1,08	0,80	„
Eisenoxyd }		3,20	3,14
Thonerde	„	3,32	8,03
Eisenoxydul	„	0,18	„
Kalk	36,72	51,96	0,62
Magnesia	1,55	0,70	0,23
Natron	6,80	0,76	1,72
Kali	8,64	0,50	1,36
	100,50	100,26	99,77

Zur Vergleichung mag die von Anderson ausgeführte Analyse eine sauren, durchaus unfruchtbaren Bodens dienen, welcher aus eine Vertiefung eines sandigen Feldes genommen worden war, und auf desse Beschaffenheit die Anlegung von Unterdrains und selbst die Anwendung vo Kalk eine nur unbedeutende Wirkung zur Erhöhung der Fruchtbarkeit zeigte so daß hier wahrscheinlich in dem Mangel an gewissen pflanzenernährende Stoffen die Hauptursache der völligen Unfruchtbarkeit dieses Bodens liege mußte. Es zeigte sich nämlich die Unfruchtbarkeit z. B. bei der Cultur de Hafers, welcher überall ganz gleichmäßig aufkam; die Pflanzen wurden abe 4 bis 6 Wochen nach dem Aufgehen der Saat in der Vertiefung gelb un kränklich und starben allmälig völlig ab, ohne zur Reife zu gelangen. Jedoc trat auch kein Schilf und überhaupt saures Gras hervor, sondern die be treffende Stelle blieb nach dem Absterben des Hafers völlig kahl und frei vo jeglicher Vegetation. Die Analyse zeigte folgende Zusammensetzung de Ackerkrume:

Wasser	2,391		Magnesia	0,099	
Unlösliche organische Substanz	2,299		Kali	0,132	
		4,690	Natron	0,123	
			Chlornatrium	Spur	
In Säuren auflösliche Stoffe:					15,02
Organische Substanz, auflöslich in Säure	5,713		In Säuren unlösliche Stoffe:		
Phosphorsäure	Spur		Kieselsäure	73,096	
Auflösliche Kieselsäure	0,173		Eisenoxyd	1,371	
Eisenoxyd	6,775		Thonerde	4,263	
Thonerde	1,150		Kalk	0,858	
Mangan	Spur		Magnesia	0,520	
Kohlensaurer Kalk	0,856				80,10
					99,81

Zunächst bemerkt man eine besonders große Menge von Eisenoxyd welches, wenn es durch die Verbindung mit Humussäure in einem kalkarme Boden in den auflöslichen Zustand übergeführt worden ist, auf das Gedeihe aller Culturpflanzen sehr nachtheilig wirkt. Die Unterdrains waren 1 bis 2 Monate nach ihrer Anlegung fast ganz mit humussaurem Eisen angefüllt Wenn aber die Gegenwart der Eisenverbindung die einzige Ursache de beobachteten Unfruchtbarkeit gewesen wäre, so hätte die letztere durch di Unterdrains und besonders auch durch die Anwendung einer starken Kalk düngung beseitigt werden müssen, welches jedoch nicht der Fall war. Es wa aber in diesem Boden keine Spur von Schwefelsäure bei der Prüfung nach-

zuweisen und außerdem eine kaum bemerkbare Menge von Phosphorsäure vorhanden, und es mußte daher jedenfalls der Mangel an diesen wichtigen pflanzenernährenden Stoffen die Ursache sein, daß auf diesem Boden nicht einmal Sumpf- und Moorgewächse und also noch viel weniger unsere gewöhnlichen Culturpflanzen zur Entwickelung gelangen konnten. Sehr wesentlich zur Beurtheilung dieses Bodens endlich ist auch die gänzliche Abwesenheit von Alkalien unter den in Säuren unlöslichen Bestandtheilen, woraus hervorgeht, daß hier selbst der Verwitterungsproceß keine lösende Kraft mehr besaß und nicht im Stande war den Pflanzen neue Kalinahrung zuzuführen, welches sonst fast überall in jedem fruchtbaren Ackerboden geschieht.

Die in Wasser löslichen Bestandtheile verschiedener mehr oder weniger fruchtbarer Ackererden aus der Umgegend von Rouen sind von Verdeil und Risler untersucht worden. Die Bodenarten sind mit folgenden Namen bezeichnet: 1) Mail, 2) Fasanerie, 3) Rasen, 4) Avenue de la Reine, 5) Gemüsegarten, 6) Satory, 7) Thon von Galy, 8) Kalkstein von Galy, 9) Torf, 10) Sandgrube. Die procentische Zusammensetzung der trockenen, in Wasser löslichen Masse und deren Asche war:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Organische Materie	32,0	70,5	35,0	44,0	37,0	33,0	48,0	47,0	46,0	47,0
Asche	57,0	29,5	56,0	65,0	63,0	67,0	52,0	53,0	54,0	53,0
In 100 Th. der Asche:										
Schwefelsaurer Kalk	48.92	31,49	48,45	43,75	36,60	18,70	18,75	17,21	24,43	22,31
Kohlensaurer Kalk .	25,60	35,29	6,08	6,08	12,35	24,25	45,61	48,50	30,61	34,59
Phosphorsaurer Kalk	4,27	2,16	2,75	6,02	11,20	18,50	3,83	9,00	0,92	8,10
Eisenoxyd . . .	1,55	0,47	1,21	2,09	—	3,72	0,95	—	5,15	1,02
Thonerde . . .	0,62	—	—	—	—	0,80	1,55	—	—	—
Chloralkalien . .	7,63	3,55	6,19	14.45	18,51	—	9,14	6,21	9,06	4,05
Kieselsäure . . .	5,49	13,67	25,71	15,61	19,60	21,60	5,00	5,50	8,75	15,58
Kieselsaure Alkalien .	3,17	4,23	5,06	4,13	7,23	4,65	7,60	—	7,45	6,57
Magnesia . . .	—	—	—	—	—	—	7,60	—	8,32	—

Man sieht, daß in dem wässerigen Auszug der Ackererden Stoffe enthalten sind, welche in reinem Wasser sich nicht auflösen, z. B. kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk, Eisenoxyd und Kieselsäure; die Löslichkeit dieser Stoffe ist theils durch die Gegenwart von freier Kohlensäure in der Bodenfeuchtigkeit, theils durch eine organische Substanz bedingt, welche bei den obigen Analysen durchschnittlich fast die Hälfte der ganzen in Wasser gelösten Masse betrug. Dieser organische Körper war neutral und verhielt sich nach Verdeil und Risler in seinen Eigenschaften dem Zucker und Dextrin ähnlich, deren Lösungen wie die vieler anderer organischer Stoffe, gleichfalls die

Fähigkeit besitzen, kohlensauren und phosphorsauren Kalk, Kieselsäure u
Eisenoxyd in beträchtlicher Menge aufzulösen. Der trockene Rückstand d
wässerigen Auszugs enthielt außerdem immer eine gewisse Menge Sticksto
im Mittel 1,5 Prc. und zwar in der Form von Ammoniaksalzen.

Ich darf dieses Kapitel nicht schließen, ohne einer sehr gründlichen u
umfassenden Untersuchung zu gedenken, welche wir demselben englischen Ag
culturchemiker, nämlich Anderson, verdanken und die umsomehr Erwä
nung verdient, weil sie, meiner Meinung nach, uns den Weg besonders f
vorzeichnet, auf welchem man in Zukunft zur Beurtheilung des Bodens f
Wissenschaft und Praxis brauchbare Resultate erhalten wird. Wünschen
werth freilich wäre auch hier gewesen, daß diese Untersuchung nicht allein a
die Bestimmung der chemischen Zusammensetzung sich beschränkt hätte, so
dern gleichzeitig auch auf eine genaue Feststellung der physikalischen Eige
schaften der betreffenden Bodenarten ausgedehnt worden wäre. Die Unte
suchung bezieht sich auf die besten Bodenarten aus den verschiedenen
Gegenden Schottlands, aus den großen Weizendistricten dieses Lande
und wurde in der Absicht unternommen, um vielleicht zur wissenschaftlich
Beurtheilung des fruchtbaren Bodens überhaupt brauchbare Beiträge zu liefer
Wegen der Sorgfalt, welche überall bei dieser mühevollen Arbeit beobach
zu sein scheint und weil dieselbe bisher noch einzig in ihrer Art dasteht, glau
ich hier etwas ausführlicher auf die Mittheilung der erhaltenen Resultate ei
gehen zu müssen.

Für die Analyse wurde eine passende Probe von der oberen Schicht b
zur Tiefe von 10 Zoll als Ackerkrume und eine andere von den unmittelb
folgenden 10 Zoll der Erde als Untergrund ausgehoben.

In Wasser auflösliche Stoffe.	1. Mid-Lothian. Boden.	Untergrund.	2. East-Lothian. Boden.	Untergrund.	3. Renfrewshire. Boden.	Untergrund
Kieselsäure . . .	0,0149	0,0104	0,0257	0,0226	0,0221	0,0020
Kalk	0,0300	0,0072	0,0363	0,0309	0,0475	0,0322
Magnesia	0,0097	0,0016	0,0048	0,0039	,,	0,0460
Chlorcalcium . .	,,	,,	,,	,,	0,0205	,,
Chlormagnesium .	,,	,,	,,	,,	0,0061	,,
Kali	0,0034	0,0037	,,	,,	,,	,,
Natron	0,0065	0,0049	0,0035	0,0021	,,	0,0740
Chlorkalium . . .	,,	,,	0,0064	0,0047	0,0003	0,0012
Chlornatrium . .	,,	,,	0,0062	0,0079	0,0015	0,0205
Schwefelsäure . .	0,0193	0,0124	0,0146	0,0162	0,0309	0,0178
Chlor	Spur	Spur	,,	,,	,,	,,
Organische Substanz	0,1481	0,2228	0,1461	0,1524	0,2084	0,0602
	0,2319	0,2630	0,2436	0,2407	0,3373	0,2107

	1. Mid-Lothian. Boden.	1. Mid-Lothian. Untergrund.	2. East-Lothian. Boden.	2. East-Lothian. Untergrund.	3. Refrewshire. Boden.	3. Refrewshire. Untergrund.
In Säuren auflösliche Stoffe.						
Kieselsäure	0,1490	0,0680	0,0960	0,0930	0,0838	0,1192
Eisenoxyd	5,1730	3,4820	3,7810	3,5070	3,4676	3,9796
Thonerde	2,1540	1,8130	2,6240	2,0990	1,6104	2,1619
Kalk	0,4470	0,3810	0,6290	0,3490	1,0771	0,4208
Magnesia	0,4120	0,2850	0,5590	0,5010	0,1262	0,6174
Kali	0,0650	0,1650	0,1560	0,1510	0,0469	0,1108
Natron	0,0050	0,0560	Spur	0,0290	0,0920	,,
Schwefelsäure . .	0,0250	0,0850	0,0860	0,0440	0,0039	0,0162
Phosphorsäure . .	0,4300	0,1970	0,1460	0,1640	0,0749	0,0661
	8,8600	6,5320	8,0770	6,9779	6,5828	7,4920
In Säuren unlösliche Stoffe.						
Kieselsäure	71,3890	82,5090	74,2710	73,5260	74,4890	75,7751
Thonerde	4,7810	3,5120	2,9200	7,2840	7,2540	6,6806
Eisenoxyd	Spur	Spur	0,9370	1,4160	1,4167	1,5362
Kalk	0,7520	0,5500	0,7260	0,3390	0,3150	0,7793
Magnesia	0,6610	0,5500	0,1830	0,3440	0,4043	0,1948
Kali	0,2860	,,	1,4500	,,	,,	} 1,2457
Natron	0,4220	,,	0,6720	,,	,,	}
	78,2910	87,1210	81,1590	82,9090	83,8790	86,2117
Organische Substanzen:						
Unlösliche organische Substanz . . .	8,8777	4,2370	5,2190	4,9130	6,1209	4,2948
Humin	0,8850	0,3450	0,1730	,,	,,	,,
Humussäure . . .	0,1340	0,0310	0,7120	0,7300	0,8924	0,3382
Quellsatzsäure . .	0,1533	,,	0,0770	0,0600	0,1280	,,
Quellsäure . . .	,,	,,	,,	,,	0,0128	,,
Wasser	2,6840	1,7670	4,4260	4,2810	2,0930	1,6141
	12,7340	6,3800	10,6070	9,9840	9,2471	6,2441
Summe aller Bestandtheile . . .	100,1169	100,2960	100,0866	100,0707	99,9462	100,1585
In 100 Theilen des Bodens sind enthalten:						
Kohlenstoff	4,510	1,3060	1,9810	1,5630	3,1400	1,2297
Wasserstoff	0,550	0,3324	0,3490	0,1230	0,4200	0,3146
Stickstoff	0,220	0,0973	0,1300	0,1500	0,1428	
Sauerstoff	4,918	3,1001	3,8670	3,8670	3,5060	
	10,198	4,8358	6,3270	5,7030	7,2088	

	4. Perthshire. Boden.	Untergrund.	5. Morayshire. Boden.	Untergrund.	6. Morayshire. Boden.	Untergrund.
In Wasser auflösliche Stoffe.						
Kieselsäure	0,0072	0,0461	0,0085	0,0445	0,0105	0,0103
Kalk	0,0184	0,0306	0,0095	0,0103	0,0154	0,0204
Magnesia	0,0040	0,0034	0,0107	0,0248	0,0047	0,0044
Chlormagnesium	,,	0,0033	,,	,,	,,	,,
Chlorkalium	0,0088	0,0080	,,	,,	,,	,,
Chlornatrium	0,0110	0,0166	,,	,,	,,	,,
Kali	,,	,,	0,0042	0,0274	0,0122	0,0030
Natron	,,	,,	0,0005	0,0027	0,0043	0,0120
Schwefelsäure	0,0089	0,0239	0,0065	0,0506	0,0151	0,0114
Chlor	,,	,,	Spur	Spur	0,0060	0,0008
Organische Substanz	0,0608	0,1342	0,0286	0,2914	0,0990	0,1023
	0,1191	0,2711	0,0685	0,4517	0,1672	0,1648
In Säuren auflösliche Stoffe.						
Kieselsäure	0,0482	0,1697	0,0865	0,1435	0,2105	0,0490
Eisenoxyd	4,8700	4,6633	2,9840	5,5900	1,2600	1,5590
Thonerde	2,6900	3,9070	2,1010	1,9600	0,5250	0,8720
Kalk	0,3616	0,5050	0,3755	0,4947	0,1226	0,1810
Magnesia	0,3960	0,9420	0,4363	0,1952	0,1083	0,0380
Kali	0,3445	0,1670	0,2298	0,6646	0,1178	0,1310
Natron	0,1242	0,1920	0,1075	0,2403	0,0147	0,0210
Schwefelsäure	0,0911	0,0160	0,0185	0,0134	0,0259	0,0410
Phosphorsäure	0,2400	0,2680	0,0230	0,0420	0,0440	0,0140
Kohlensäure	0,0500	,,	,,	,,	0,1890	,,
	9,2156	10,8300	6,3621	9,3437	2,6478	2,9060
In Säuren unlösliche Stoffe.						
Kieselsäure	63,1400	61,4200	71,8300	61,2790	80,0390	
Thonerde	11,3500	10,3400	9,0730	15,7110	5,4890	
Eisenoxyd	,,	1,5670	Spur	Spur	1,8610	
Kalk	0,4500	0,7400	5,1500	5,8060	0,7910	nicht bestimmt
Magnesia	0,6200	0,4450	0,7930	0,6140	0,4740	
Kali	2,4500	2,0030	0,1800	0,1540	2,3100	
Natron	1,3100	0,8440	0,1080	0,1350	1,2860	
	79,3200	77,3590	87,1340	83,7290	92,2500	93,5150
Organische Substanzen:						
Unlösliche organische Substanz	7,7400	6,2910	4,1094	3,2846	1,9870	
Humin	0,0700	0,0840	0,1320	0,0670	0,4820	
Humussäure	0,6800	0,3600	0,2140	0,1030	0,1080	1,7220
Quellsatzsäure	,,	0,0920	0,0580	0,0180	,,	
Quellsäure	,,	,,	0,0040	0,0020	0,8000	
Wasser	2,7000	4,5750	2,0140	2,9870	1,6090	1,6140
	11,1900	11,4020	6,5314	6,4616	4,9860	3,3360

Summe aller Bestandtheile . . .	99,8447	99,8621	100,0960	99,9860	100,0510	99,9218
In 100 Th. des Bodens sind enthalten:						
Kohlenstoff . .	2,55	2,03	0,714	0,390	1,455	
Wasserstoff . .	0,71	0,53	0,239	0,280	0,189	nicht
Stickstoff . .	0,21	0,17	0,074	0,048	0,092	bestimmt.
Sauerstoff . .	5,08	4,09	3,519	3,048	1,740	
	8,55	6,82	4,546	3,766	3;471	

Diesen Analysen sind folgende Notizen über Lage, Beschaffenheit, Behandlung und Ernteerträge der untersuchten Bodenarten beigefügt worden.

1. Mid-Lothian. Das Feld liegt kaum eine Meile von Edinburgh, an der südlichen Seite des Corstorphine-Hill, welcher gänzlich aus Trappgesteinen besteht, aus deren Verwitterungsprodukten der Boden wahrscheinlich gebildet worden ist. Das Feld ist fast eben, mit einer geringen Neigung gegen Süden; im Jahre 1847 wurde es mit Abzügen versehen (drainirt). Es befindet sich seit undenklichen Zeiten in Kultur und wird seit den letzten 15 Jahren nach dem vierjährigen Fruchtwechsel bewirthschaftet. Der Boden ist gekalkt worden, Zeit und Menge sind aber unbekannt. Der Dünger wird gewöhnlich zu den grünen Früchten (Turnips ɪc.) verwendet und besteht aus Stalldünger und Stadtdünger von den Straßen Edinburgh's. Die Haferernte im Jahre 1847 und die Heuernte 1846 waren nur gering ausgefallen; im Herbst 1847 war sehr stark gedüngt worden, nämlich ungefähr 100,000 Kil. Pferde- und Kuhmist auf die Fläche eines Hectare, und im Frühjahre 1848 Kartoffeln gelegt. Der Klee gedeiht auf diesem Boden gut. Der Boden lagert auf dem Sandstein der Kohlenformation, deren Glieder in einer Entfernung von 1/4 Meile zu Tage ausgehen. Die Kartoffeln waren geerntet, ehe der Boden zur Analyse aufgenommen wurde und der Weizen war schon gesäet.

2. East-Lothian. Das Feld liegt 1/4 Stunde von Dunbar, ist fast völlig eben und nicht drainirt, da es von Natur trocken genug ist. Es befindet sich seit undenklicher Zeit in Cultur und wird seit 25 Jahren in 6jähriger Rotation bewirthschaftet; das Gras wird gewöhnlich zu Heu gemäht, nicht abgeweidet; der Dünger in der Regel zu Turnips und Bohnen aufgebracht und sowohl Hofdünger als Straßendünger von Dunbar angewendet. Im Herbste 1848 wurden von dem Straßendünger 50,000 Kil. pr. Hectare auf die Weizenstoppel ausgestreut. Die Fruchtfolge ist: Turnips, Gras, Hafer, Bohnen, Weizen; es waren in der letzten Rotation an Körnern geerntet worden pr. Hectare an Weizen 2400 Kil. und an Hafer 3200 Kil.

3. Renfrewshire. Das Feld hat eine südliche Lage, ist reichlich 1 Stunde von Paisley entfernt, 7 Jahre vorher drainirt; es befindet sich seit undenklicher Zeit unter dem Pfluge, aber erst seit 8 Jahren in der gegenwärtigen 4jährigen Rotation. Vor 7 Jahren war es mit einem Compost von Kalk (pr. Hectare etwa 6000 Kil.), Asche und Erde überdüngt worden. Der Dünger wird gewöhnlich zur Hackfrucht verwendet, vom Pferde- und Kuhdünger 100,000 Kil. pr. Hectare. Die Erträge der letzten Rotation waren: Hafer 2500 Kil., Kartoffeln 12,000 Kil., Weizen 2400 und Heu 5000 Kil. Der Klee gedeiht gut auf diesem Boden. Der Boden selbst ist ein produktiver Thon und hat die Eigenschaften der Diluvialablagerungen. Das Diluvium ist untermischt mit Geschieben von primären und secundären Gesteinen, welche in nordöstlicher Richtung hergeführt zu sein scheinen. Die Kartoffeln waren geerntet, bevor der Boden zur Analyse aufgenommen wurde.

4. Pertshire. Das Feld liegt am nördlichen Ufer des Tay, dicht an demselben und reichlich 2 Stunden von der Stadt of Perth; es hat eine südliche Lage und ist gegen Norden durch eine Hügelreihe geschützt. Vor 7 Jahren drainirt; seit sehr langer Zeit in Cultur; wahrscheinlich nie gekalkt, aber vor ungefähr 40 Jahren mit Muscheln überstreut. Der Stalldünger wird zu Kartoffeln und Turnips angewendet, etwa 50,000 Kil. pr. Hectare. Gegenwärtig wird das Feld in 7jähriger Rotation bewirthschaftet, welche das letzte Mal folgende Erträge lieferte: Kartoffeln 20,000 Kil., Weizen 3300, Turnips 57,500, Weizen 2400, Gerste 2300, Heu 6250 und Weizen 2400 Kil. Der Klee gedeiht gut; der Boden lagert auf altem rothen Sandstein, auf welchem zunächst eine Schicht von rothem Thon liegt, welcher oft Fragmente des unterliegenden Felsens enthält. Der vorherrschende Boden dieses Districtes ist ein Marschthon, ein Alluvialboden; die Hügel der Umgebung bestehen hauptsächlich aus Trappgesteinen, deren Verwitterungsprodukte, wenigstens großentheils das Material zu den Niederungsablagerungen geliefert haben.

5. Morayshire. Das Feld liegt 2½ Stunden von Elgin, 1 Stunde von der See entfernt, aber von der letzteren durch höheres Land getrennt; es ist fast eben, nie drainirt und gekalkt und wohl kaum je mit Compost behandelt worden. Es ist seit undenklicher Zeit in Cultur und wird gegenwärtig in folgender Fruchtfolge bewirthschaftet: Brache, Weizen, Gras, Hafer, Bohnen oder Erbsen, Hafer oder Weizen. Der Stalldünger wird immer zu Weizen nach der Brache angewendet und gewöhnlich auch zu Bohnen. In der letzten Rotation wurden geerntet: 2400 bis 3000 Kil. Weizen, 2500 Kil. Hafer und etwa 2000 Kil. Bohnen. Der rothe Klee gedeiht auf diesem Boden sehr gut. Die Gesteine in der Nähe sind Sand- und Kalkstein, der Untergrund ein strenger Thon bis zu einer beträchtlichen Tiefe. Weizen war

nach Bohnen gewachsen, bevor der Boden für die Analyse aufgenommen wurde.

6. Morayshire. Von derselben Localität, aber leichter als der vorige Boden, nie gekalkt oder drainirt und giebt, wenn er der Brache unterworfen und gedüngt wird, ausgezeichnete Ernten von Weizen und reichlichen rothen Klee.

Hinsichtlich der in Wasser und Säuren löslichen Stoffe besteht eine gewisse Aehnlichkeit bei allen hier untersuchten Bodenarten Schottlands; es wurden gefunden 0,5 bis 1 Prc. Kalk, ungefähr 0,2 Prc. Phosphorsäure und etwas weniger Alkali, welches letztere beträchtlicher Schwankung unterworfen ist. Ferner ergiebt sich, daß diese Stoffe verhältnißmäßig einen geringen Theil des Bodens ausmachen, dessen größerer Theil in Säuren unlöslich ist. Hinsichtlich der letzteren Bestandtheile bemerkt man große Verschiedenheiten, nach welchen im Allgemeinen zwei große Klassen von Weizen-Bodenarten sich aufstellen lassen: solche, welche charakterisirt sind durch eine große Menge Alkalien und solche, wo diese Substanzen fast oder gänzlich fehlen. Die Theorie spricht den kalireicheren Bodenarten den Vorzug zu, welchen die Praxis schon längst festgestellt hat; die Bodenarten des Diluvialbodens von Pertshire und East-Lothian übertreffen bei weitem alle anderen Weizenböden Schottlands an Fruchtbarkeit. Der Gegenwart einer ausnehmend großen Menge von auflöslichem oder doch leicht in den auflöslichen Zustand übergehendem Kali ist es großentheils zuzuschreiben, daß einzelne Bodenarten Jahrhunderte lang lohnende Erträge liefern, ohne daß die entzogene Kraft von Außen her durch Dünger wieder zugeführt würde. Die aus kalireichen vulkanischen Gesteinen entstandene Ackerkrume bringt immer aufs Neue reiche Ernten hervor, wenn dessen Thätigkeit von Zeit zu Zeit durch Ruhe oder Brache, unter dem lösenden Einfluß des Verwitterungsprozesses wieder angeregt wird. Die Fruchtbarkeit ist aber eine noch ungleich höhere, wenn außer dem Kali eine beträchtliche Quantität von fruchtbarem Humus, und dieser entsprechend ein lange aushaltender Reichthum an assimilirbarem Stickstoff vorhanden ist; die russische Schwarzerde oder das Tschornasem, die nie gedüngten Tabaksböden Ungarns und Nordamerikas verdanken ihre fast unerschöpfliche pflanzenernährende Kraft vor Allem ihrem großen Gehalte an Kali und an stickstoffhaltigem Humus.

Ausführliche chemische Untersuchungen des Bodens, von denen ich im Obigen einige Beispiele mitgetheilt habe, gewähren bis jetzt noch keinen großen praktischen Werth, weil sie nicht in Verbndung gesetz sind mit genauen Beobachtungen über die physikalischen Eigenschaften und namentlich über die thatsächliche oder erfahrungsmäßig feststehende Ertragsfähigkeit des betreffen-

den Bodens. Nur einige ganz allgemeine Folgerungen hinsichtlich des gegenseitigen Verhaltens der einzelnen Bodenbestandtheile kann man aus den vorliegenden Analysen ziehen, Folgerungen, die aber im Einzelnen ebenfalls noch einer weiteren Bestätigung bedürfen:

1) Oft findet man in dem fruchtbaren Boden eine sehr bedeutende Menge von chemisch gebundenem Stickstoff, der Menge nach genügend für Hunderte von Ernten; aber gleichwohl bemerkt man, daß auch dieser Boden bei der gewöhnlichen Culturweise bald in einen erschöpften Zustand übergeht. Es ist nämlich der Stickstoff zu fest gebunden, zum größeren Theile in dem nur langsam verwesenden Humus, theils auch durch kieselsaure Thonerde und Thonerde- und Eisenoxydhydrat.

2) Der Boden ist um so fruchtbarer, je mehr Stickstoff im Verhältniß zum Kohlenstoff im Humus zugegen ist; es verwest dann der letztere um so schneller und liefert der wachsenden Pflanze aus dem Boden reichliche Nahrung. Am günstigsten ist das erwähnte Verhältniß in den thätigen und lockeren, in den sandig-lehmigen und in den kalkhaltigen Bodenarten mit durchlassendem Untergrunde. In den mehr thonigen Böden steigt gewöhnlich das Verhältniß zu Gunsten des Kohlenstoffes, und dasselbe ist entschieden der Fall in nasser Lage und unter dem Einfluß eines rauheren Klimas.

3) Je mehr Thon in einem Boden zugegen ist, um so größer ist in der Regel auch der Humusgehalt, bei sonst gleicher Lage und unter dem Einfluß derselben klimatischen Verhältnisse. Mit der Menge des Thones und des Humus steigt auch die absolute Menge des Stickstoffes, aber um so fester ist derselbe gebunden und kann nur langsam durch Brache, häufige Bearbeitung, Kalkdüngung und ähnliche Mittel gelöst werden.

4) Der Thon befindet sich fast immer in inniger Verbindung oder im Gemenge mit den Salzen der fixen Alkalien, so daß bei größerem Thongehalt meist auch die Menge der letzteren eine größere ist; aber auch um diese Alkalien den Pflanzen leichter zugänglich zu machen, ist eine häufige Lockerung des Bodens nöthig.

5) Je mehr Kalk im Boden vorkommt, desto geringer ist gewöhnlich die absolute Menge der Alkalien, weil diese durch den Kalk schneller gelöst und durch die Vegetation selbst oder durch Auswaschen aus dem Boden entfernt werden. Der Kalk bewirkt auch, daß der Humus leichter sich zersetzt und der Stickstoff schneller die Form eines direkten Nahrungsmittels, des Ammoniaks oder der Salpetersäure annimmt; durch den Kalk ist daher nicht selten ein geringerer Humus- und Stickstoffgehalt des Bodens bedingt.

6) Oft ist, selbst bei Gegenwart aller anderen Nahrungsstoffe, nur sehr wenig Phosphorsäure im Boden enthalten; die Menge dieses wichtigen

Pflanzennahrungsmittels nimmt aber zu mit einem größeren Stickstoffgehalte des Bodens und meistens sind auch die kalk- und mergelartigen Böden verhältnißmäßig reich an Phosphorsäure.

7) Auch die in Säuren nicht löslichen Bestandtheile des Bodens sind von Bedeutung für die Beurtheilung der Güte und Fruchtbarkeit desselben. Je reicher der Boden an Bruchstücken von kalihaltigen, besonders feldspathigen Mineralien ist, welche leicht verwittern und daher weitere Pflanzennahrung liefern können, um so größer ist auch die natürliche Fruchtbarkeit des Bodens. Vorzugsweise groß ist der Einfluß dieser Mineralien, wenn dieselben, wie es im sogenannten Grünsande der Fall ist, außer Kali und Kieselsäure, auch Kalk, Magnesia und Phosphorsäure in reichlicher Menge enthalten. Wenn aber die sandige Grundmasse des Bodens aus reinem Quarzsande besteht, so wird auch von einer großen natürlichen Fruchtbarkeit des Bodens kaum die Rede sein können.

B. Die physikalischen Eigenschaften des Bodens.

Einen überaus wichtigen Theil der Bodenkunde bildet die Lehre von den physikalischen Eigenschaften der Ackerkrume. Diese Eigenschaften wirken je nach ihrer Beschaffenheit, im hohen Grade hindernd oder fördernd auf das Wachsthum der Pflanzen ein, und sie sind es, nach welchen der praktische Landwirth fast allein den Werth und die Güte des Bodens bestimmt, da es ihm weniger darauf ankommt zu erfahren, wie viele nährende Stoffe in demselben vorhanden sind; denn er weiß, daß er doch unter den meisten Verhältnissen in regelmäßiger Folge nach einer bestimmten Reihe von Jahren die erschöpfte Kraft durch neuen Dünger ersetzen muß. Für den Praktiker ist die physikalische Beschaffenheit der Ackerkrume von höherer Bedeutung, ob dieselbe locker ist und an der Luft leicht zerfällt, den gehörigen Grad der Consistenz besitzt, ohne den Ackerwerkzeugen einen zu großen Widerstand entgegenzusetzen, und ob sie die aufgenommene Feuchtigkeit in dem nöthigen Grade zurückzuhalten im Stande ist, ohne zu naß und kalt zu werden. Während aber der Praktiker durch mechanische Handgriffe, wie durch das Verhalten beim Zusammendrücken im trocknen und nassen Zustande, unter Berücksichtigung der Farbe, des Pulvers, der Tiefe der Ackerkrume, der Beschaffenheit des Untergrundes, der Lage, der allgemeinen klimatischen Verhältnisse 2c., geleitet durch einen durch die Erfahrung geübten Blick, oft mit großer Sicherheit die Güte des Bodens bestimmt, ist es die Aufgabe der Wissenschaft, das Verhalten der physikalischen Eigenschaften in den verschiedenen Bodenarten zur klareren Anschauung zu bringen und in genau bestimmte Zahlenverhältnisse zusammenzufassen. Hierher gehörige Untersuchungen und genaue Be-

stimmungen sind bereits vor 30 Jahren von Schübler ausgeführt worden, und zwar in solchem Umfange und mit solcher Sorgfalt, daß seit jener Zeit Niemand es für nöthig erachtet hat, dieselben zu wiederholen oder noch weiter auszudehnen. Ich habe in diesem Werke überall auf die hohe Bedeutung hingewiesen, welche der physikalischen Beschaffenheit der Ackerkrume für die Beurtheilung der Güte des Bodens, der Wirkung eines Düngemittels, und überhaupt des Wachsthums der Pflanzen zuerkannt werden muß; und ich bedaure, daß in diesem Kapitel, wo von der physikalischen Beschaffenheit des Bodens die Rede sein wird, einzig und allein auf die Untersuchungen Schübler's Rücksicht genommen werden kann aus dem Grunde, weil durchaus keine weiteren Forschungen auf diesem Felde angestellt worden sind. Ich bezweifle keineswegs die Richtigkeit und Genauigkeit der Bestimmungen Schübler's, es würden dieselben aber eine für Praxis und Wissenschaft noch weit höhere Bedeutung gewinnen, wenn sie aufs Neue geprüft, bestätigt und namentlich auf eine noch größere Anzahl von Bodenarten ausgedehnt werden würden. Auch in dieser Hinsicht wird dem Verlangen der Wissenschaft Folge geleistet und in Zukunft hoffentlich keine Bodenanalyse ausgeführt werden, ohne zugleich auf eine genaue Feststellung der physikalischen Eigenschaften des untersuchten Bodens Rücksicht zu nehmen.

Ich stelle die Resultate der Schübler'schen Untersuchungen in den folgenden Tabellen übersichtlich zusammen und füge denselben die Folgerungen bei, welche sich nach Schübler aus ihnen ergeben. Es beziehen sich diese Untersuchungen zunächst auf die Hauptbestandtheile der Ackererde im isolirten Zustande, nämlich auf Quarzsand, Kalksand (gröbere Kalkkörner), fein zertheilte kohlensaure Kalkerde, reinen Thon, Humus, fein pulverförmige Gipserde, außerdem auf einen lettenartigen Thon (ein Gemenge von 40 Prc. feinen Sandes mit 60 Prc. Thon), lehmartigen Thon (24 Prc. Sand und 76 Prc. Thon), klayartigen Thon (11 Prc. feinen Sand und 89 Prc. Thon), auf eine Gartenerde (bestehend aus 52,4 Prc. Thon, 36,5 Quarzsand, 1,8 Kalksand, 2 Prc. Kalkerde und 7,2 Humus), eine Ackererde von einem der Felder von Hofwyl (bestehend aus 51,1 Thon, 42,7 Quarzsand, 0,4 Kalksand, 2,3 Kalkerde und 3,4 Humus) und endlich auf eine Ackererde aus einem Thale des Jura (bestehend aus 64 Prc. Quarzsand, 33,3 Thon, 1,2 Kalksand, 1,2 Kalkerde und 1,2 Prc. Humus).

Erdarten.	Specifisches Gewicht. Wasser = 1.	Gewicht eines Liters der zusammengedrückten Erde.		Von 100 Theilen Erde absorbirtes Wasser dem	
		trocken.	feucht.	Gewichte nach	Volumen nach
		Kil.	Kil.	Prc.	Prc.
Quarzsand	2,753	2,044	2,494	25	37,9
Kalksand	2,822	2,085	2,605	29	44,1
Lettenartiger Thon .	2,701	1,799	2,386	40	51,4
Lehmartiger Thon . .	2,652	1,621	2,194	50	57,3
Klayartiger Thon . .	2,603	—	—	61	62,9
Thon	2,591	1,376	2,126	70	66,2
Kalkerde	2,468	1,006	1,728	85	66,1
Humus	1,225	0,632	1,428	190	69,2
Gips	2,358	1,676	2,350	27	38,2
Gartenerde	2,332	1,499	1,744	96	—
Ackererde von Hofwyl .	2,401	1,537	2,180	52	—
Ackererde vom Jura .	2,526	1,731	2,126	47	—

Erdarten.	Festigkeit und Consistenz des Bodens				Von 100 Th. Wasser der Erde verdunsteten in 4 Stunden bei 18°,75 C.	Volumensverminderung bei dem Austrocknen von 100 Th. feuchter Erde bei 18°,75 C.
	im trocknen Zustande		im feuchten Zustande; vertikale Adhäsion an Ackerwerkzeugen f. 1 □ Decim. (16 □ Z.) von			
	die des Thons = 100.	nach dem Gewichte.	Eisen.	Holz.		
	Prc.	Kil.	Kil.	Kl.	Prc.	Prc.
Quarzsand	0,0	0,00	0,17	0,19	88,4	0,0
Kalksand	0,0	0,00	0,19	0,20	75,9	0,0
Lettenartiger Thon . .	57,3	6,37	0,35	0,40	52,0	6,0
Lehmartiger Thon . .	68,8	7,64	0,48	0,52	45,7	8,9
Klayartiger Thon . .	83,3	9,25	0,78	0,86	34,9	11,4
Thon	100,0	11,10	1,12	1,32	31,3	18,3
Kalkerde	5,0	0,55	0,65	0,71	28,0	5,0
Humus	8,7	0,97	0,40	0,42	20,5	20,0
Gips	7,3	0,81	0,49	0,53	71,7	0,0
Gartenerde	7,6	0,84	0,29	0,34	24,5	14,9
Ackererde von Hofwyl .	33,0	3,66	0,26	0,28	32,0	12,0
Ackererde vom Jura .	22,0	2,44	0,24	0,27	40,1	9,5

Erdarten.	5 Gram. der auf einer Oberfläche von 36.000 □ Millimet. ausgebreiteten Erden absorbiren Feuchtigkeit aus der Luft in			Im durchnäßten Zustande absorbirten 5 Gram. Erde aus 15 Cubikzoll atmosph. Luft, in 30 Tagen, Sauerstoffgas.			Wärme haltende Kraft, die des Kalksandes = 100 gesetzt.
	12 Stund.	24 Stund.	48 Stund.	nach Prc.	dem Volumen nach.	dem Gew. nach	
	Centigr.	Centigr.	Centigr.	Prc.	Cubikzoll	Centigr.	Prc.
Quarzsand	0,0	0,0	0,0	1,6	0,24	0,05	95,6
Kalksand	1,0	1,5	1,5	5,6	0,84	0,20	100,0
Lettenartiger Thon .	10,5	13,0	14,0	9,3	1,39	0,30	76,9
Lehmartiger Thon . .	12,5	15,0	17,0	11,0	1,65	0,355	71,8
Klayartiger Thon . .	15,0	18,0	20,0	13,6	2,04	0,44	68,4
Thon	18,5	21,0	24,0	15,3	2,29	0,495	66,7
Kalkerde	13,0	15,5	17,5	10,8	1,62	0,35	61,8
Humus	40,0	48,5	55,0	20,3	3,04	0,655	49,0
Gips	0,5	0,5	0,5	2,7	0,40	0,085	73,8
Gartenerde	17,5	22,5	25,0	18,0	2,60	0,56	64,8
Ackererde von Hofwyl .	8,0	11,5	11,5	16,2	2,43	0,525	70,1
Ackererde vom Jura .	7,0	9,5	10,0	15,0	2,25	0,458	74,3

1) Aus den in Tab. I. Spalte 1 bis 3 ausgeführten **Bestimmungen des absoluten und specifischen Gewichtes** der angegebenen Substanzen geht hervor, daß der Sand im trocknen wie im feuchten Zustande den schwersten Theil der Ackererde ausmacht, der Kalksand in einem noch etwas höheren Grade als der Quarzsand; daß die Thonarten also um so leichter sind, je weniger sie Sand enthalten, daß der Humus das geringste specifische Gewicht hat, daß die pulverförmige Kalkerde unter den gewöhnlichen Bestandtheilen der Ackerkrume ihm hierin am nächsten steht, und daß man aus dem specifischen Gewichte eines Bodens auf die Mengenverhältnisse seiner Bestandtheile schließen kann.

2) Die **wasserhaltende Kraft** (Tab. I. Spalte 4 und 5) ist bei dem Quarzsande am geringsten, bei dem Kalksande bei gleicher Größe der Körner etwas größer, bei Thonarten um so bedeutender, je reicher sie an Thon sind; bei der kohlensauren Kalkerde bedingt die Form, ob sie fein gepulvert oder als Sand körnig ist, einen großen Unterschied; der Humus aber übertrifft alle anderen Bestandtheile der Ackererde hinsichtlich des Vermögens, Wasser zu absorbiren, um ein Bedeutendes.

3) Auf die **Festigkeit und Consistenz** des Bodens (Tab. II. Spalte 1 bis 4) bezieht sich die Benennung eines schweren und leichten Bodens. Ein Boden ist sehr leicht zu bearbeiten, dessen Festigkeit im trocknen Zustande nicht über 10 steigt; bei 40 ist er schon ziemlich schwer. In nassem Boden ist die Bearbeitung leicht bei einer Anhaftungskraft von 0,15 bis 0,30 Kil. an eine Fläche von 1 Quadratdecim., bedeutend schwer bei 0,70 Kil. Die Festigkeit und Consistenz stehen mit der wasserhaltenden Kraft nicht im geraden Verhältniß, wie der Humus und die feine Kalkerde beweisen. Leichte Bodenarten (Sand) gewinnen durch Feuchtigkeit bedeutend an Zusammenhang; in trocknem reinen Sande fehlt derselbe gänzlich. Das Anhängen an Holz ist stärker als an Eisen, bei gleicher Fläche; und fernere Versuche zeigten, daß das Anhängen der Erde an Eichenholz stärker ist als an Buchenholz. **Schübler** suchte außerdem auch die durch das Gefrieren des in der Erde enthaltenen Wassers bewirkte Auflockerung dadurch zu messen, daß er gleiche Mengen der verschiedenen Erden im feuchten Zustande gefrieren und dann in einem warmen Zimmer langsam austrocknen ließ. Die Cohäsion des lehmartigen Thons war dadurch von 68,8 bis 45,0, die der Hofwyler Erde von 33,0 bis 20,0 vermindert, und auch bei anderen Erdarten mehr oder weniger beträchtlich. Diese Wirkung kann jedoch nicht von Dauer sein und muß nach einer neuen Bearbeitung des Feldes verschwinden; **Schübler** sieht hierin den Vortheil des Herbstpflügens, den Nachtheil der Frühlingsbeackerung des feuchten Landes.

4) Die Fähigkeit, mehr oder weniger schnell auszutrocknen (Tab. II. Spalte 5), hat den nämlichen Einfluß auf die Vegetation wie die wasserhaltende Kraft, da von ihr die Dauer des jedesmaligen Feuchtigkeitsgrades abhängt. Die Erdarten, welche das während des Winters aufgenommene Wasser langsam wieder verdunsten lassen, können im Frühjahr erst spät bearbeitet werden und veranlassen dadurch oftmals verspätete Saatzeiten. Die Benennung eines hitzigen und kalten, eines trocknen und nassen Bodens beruht hauptsächlich auf der hier genannten Eigenschaft, und richtet sich außerdem nach der Anziehung zum Wasser sowohl als nach der wärmeleitenden Kraft. Aus den Versuchen ersieht man, daß Sand und Gips den hitzigsten Boden bilden, daß Kalksand auch in dieser Hinsicht von pulverförmiger Kalkerde sich sehr verschieden verhält, und daß reiner Humus naß und schwammig ist.

5) Bei starker Volumensverminderung der Erdarten (Tab. II. Spalte 6) durch das Austrocknen entstehen Risse und Sprünge im Boden, wodurch die Saugwurzeln der Pflanzen zersprengt und entblößt werden. Reiner Humus erleidet die größte Volumensverminderung, nämlich bis zu $^{1}/_{5}$; daher findet man in Torfniederungen das Erdreich oft um mehrere Zolle erhöht, wenn feuchte Witterung herrscht, zumal wenn dann auch Kälte eintritt. Fast ebenso stark, wie der Humus, zieht der reine Thon bei dem Austrocknen sich zusammen. Die Volumensverminderung steht mit der wasserhaltenden Kraft in keinem einfachen Verhältnisse (wie sich z. B. beim kohlensauren Kalke zeigt), auch nicht mit der Festigkeit und Consistenz. Das Zerfallen des Mergels an freier Luft erklärt sich daraus, daß seine Bestandtheile, Thon und feiner Kalk, eine sehr verschiedene Volumensverminderung erleiden; schon deßhalb muß der dem Thone beigemengte Kalkmergel ganz anders wirken als der Sand. Der feine Kalk vermindert die Festigkeit und Consistenz des Bodens, während er zugleich starke wasserhaltende Kraft besitzt und auf Säure und Humus chemisch einwirkt.

6) Die Fähigkeit, Feuchtigkeit aus der Luft anzuziehen (Tab. III. Spalte 1 bis 3), ist eine hygroskopische Eigenschaft und darf nicht verwechselt werden mit derjenigen, durch welche das aufgesogene Wasser zurückgehalten wird; sie ist, wie es scheint, abhängig zum Theil von der Porosität der Erden, und wahrscheinlich auch von den mehr oder weniger zerfließlichen Salzen, die selbst nur in sehr geringer Menge darin enthalten zu sein brauchen. Die angestellten Versuche zeigten, daß die Einsaugung in den ersten Stunden am stärksten, bei Nacht schwächer als bei Tage ist; nach einigen Tagen scheinen die Erden gesättigt. Humus saugt am meisten ein, Thonarten um so weniger, je größer ihr Sandgehalt ist; reiner Quarzsand

und Gipserde zeigen keine oder nur eine unbedeutende Absorption von Feuchtigkeit; sie bilden daher einen hitzigen, unfruchtbaren Boden. Die Einsaugungsfähigkeit steht weder immer im direkten Verhältniß mit der wasserhaltenden Kraft, noch im umgekehrten mit der Fähigkeit auszutrocknen.

7) Die Fähigkeit der Erden, Sauerstoffgas aus der Atmosphäre zu absorbiren (Tab. III. Spalte 4 bis 6), beruht hauptsächlich auf ihrem Gehalte an Humus, indem dieser unter dem Einfluß des atmosphärischen Sauerstoffgases fortwährend eine Orydation, eine langsame Verbrennung oder Umwandlung in gasförmige Kohlensäure erleidet; außer dem Humus wird auch durch die Gegenwart von Eisenorydul eine Sauerstoffabsorption bewirkt und zwar ebenfalls in Folge des Bestrebens des Eisens, in den Zustand höherer und vollständiger Orydation überzugehen, mit Sauerstoff sich zu sättigen. Außer dieser chemischen scheint aber auch eine mechanische Anziehung zum Sauerstoff stattzufinden; diese nämlich ist allen porösen und lockeren Körpern eigen und also auch den Ackererden, um so mehr, wenn sie gleichzeitig Feuchtigkeit enthalten, welche die atmosphärischen Gase in sich auflöst. Völlig trockene, wie auch durch Glühen von Humus befreite und in den Zustand festeren Zusammenhanges übergeführte Substanzen absorbiren kein Sauerstoffgas mehr, oder wenigstens nur sehr geringe Quantitäten desselben, und ebenso wenig findet eine Absorption statt, wenn die Erde gefroren oder gar mit einer dünnen Eisschicht überzogen ist; Wärme und Feuchtigkeit dagegen begünstigen vorzüglich diese Absorption, es wird daher während feuchter warmer Sommerwitterung durch die Erden besonders viel Sauerstoffgas absorbirt werden. Folgende in der Natur auftretende Erscheinungen erklären sich, nach Schübler, aus dieser Sauerstoffgas-Absorption durch die Erden und dienen selbst zum Theil wieder als Bestätigung dieser Erscheinung. Durch eine Menge Thatsachen ist es erwiesen, daß der Sauerstoff eine der wichtigsten Rollen in der thierischen und Pflanzenökonomie spielt, daß er zur Keimung des Samens nothwendig ist und die Entwicklung und das Wachsen aller organischen Theile begünstigt; durch Bearbeitung des Bodens, Pflügen, Auflockern desselben werden abwechselnd verschiedene Erdschichten mit der Luft in Berührung gebracht und durch die Absorption des Sauerstoffgases gleichsam befruchtet; es scheint dieses um so nöthiger zu sein, indem der Sauerstoff durch die Erdschichten nur langsam tiefer als einige Linien eindringt. In Ansehung der Fruchtbarkeit verschiedener Erdschichten ist es eine bekannte Erfahrung, daß die tiefliegenden Schichten weniger fruchtbar sind, als die, welche unmittelbar mit der Atmosphäre in Berührung stehen, und daß es einiger Zeit bedarf, um solche Erden, wenn sie auch übrigens chemisch in den gehörigen Verhältnissen zusammengesetzt

sind, zu einem guten Ertrag zu bringen; bei neuen Umbrüchen und überhaupt bei Erden, welche lange Zeit vom freien Genuß der Luft abgeschlossen waren, bemerkt man oft diese Erscheinung.

8) Aus den Untersuchungen über die wärmehaltende Kraft (specifische Wärme) der Erde ergab sich, daß Sand diese Eigenschaft im höchsten Grade besitzt, weswegen Sandgegenden im Sommer besonders trocken und heiß sind; Humus hat, wenn das Volumen berücksichtigt wird, geringe wärmehaltende Kraft, dem Gewichte nach wäre sie aber sehr groß; die wärmehaltende Kraft steht ziemlich genau im Verhältnisse des specifischen Gewichtes eines bestimmten Volumens. Die größere oder geringere Erwärmung der Erdarten durch das Sonnenlicht ist gleichfalls eine wichtige physikalische Eigenschaft derselben, auf welcher hauptsächlich das schnellere oder langsamere Austrocknen des Bodens beruht, wenn im Frühjahr das Uebermaß der während des Winters aufgenommenen Feuchtigkeit sich verlieren muß, ehe der Acker von Neuem bestellt werden kann. Aus den in dieser Hinsicht angestellten Versuchen ergab sich, daß jene Eigenschaft abhängig ist von der Farbe der Erdoberfläche (daher diese Eigenschaft besonders ausgezeichnet bei den dunkel gefärbten sehr humushaltigen Erdarten auftritt), von der chemischen Zusammensetzung der Erdarten, von ihrem Feuchtigkeitsgrade und endlich von der Neigung des Winkels, unter welchem die Sonnenstrahlen einfallen. Girardin bemerkte, daß der Zeitpunkt des Reifwerdens der Kartoffeln je nach der Farbe des Bodens von 8 bis 14 Tagen wechselt; er fand nämlich am 25. August in einem sehr dunkel gefärbten humosen Sandboden 26 Varietäten reif, während in gewöhnlichem Sandboden 20, in Lehmboden 19 und in weißem Kalke nur 16 die Reife erlangt hatten. Als Beispiel, wie sehr die Temperatur der Oberfläche einer dunkel gefärbten Erdart von der Temperatur der umgebenden Luft im Schatten differirt, mag die folgende von Schübler in Tübingen ausgeführte Versuchsreihe dienen, welche auf eine schwärzlich graue Gartenerde sich bezieht. Die Beobachtungen wurden Mittags zwischen 12 und 1 Uhr angestellt und ein ganzes Jahr hindurch (1828—1829) fortgesetzt.

Temperatur der	Erdoberfläche im Sonnenschein.	Luft im Schatten.	Unterschied.
Januar	+ 9°,8	— 3°,3	13°,1
Februar	24,1	+ 4,9	19,2
März	30,0	6,5	23,5
April	39,8	13,2	26,0
Mai	44,1	15,7	28,4
Juni	47,9	19,2	28,7
Juli	50,8	21,9	28,9
August	43,6	16,4	27,2
September	39,0	16,0	23,0
October	21,7	4,8	16,9
November	18,1	3,6	14,5
December	12,1	1,6	11,5
Jahr	31°,75	10°,04	21°,71

Uebersehen wir nochmals die so eben mitgetheilten Resultate zahlreicher Versuche, so ergiebt sich hinsichtlich des, einen wichtigen Bestandtheil der fruchtbaren Ackerkrume bildenden Humus, daß ein größerer Gehalt desselben in Verbindung steht mit einer größeren wasserhaltenden Kraft, mit geringerer Festigkeit und Consistenz und also auch mit der Fähigkeit des Bodens trotz der möglichen Gegenwart einer bedeutenden Menge von Thon, leichter sich bearbeiten zu lassen; ferner beruht auf ihm zum großen Theile die Eigenschaft der fruchtbaren Ackererde, weniger schnell auszutrocknen, eine größere Menge von Feuchtigkeit aus der Atmosphäre anzuziehen, mehr Sauerstoffgas zu absorbiren und endlich unter dem Einfluß der Sonnenwärme eine höhere Temperatur anzunehmen, alles Thatsachen, derentwegen man allerdings dem Humus eine hohe fruchtbarmachende Bedeutung für die Ackerkrume zuerkennen muß. Ein Uebermaß von Humus dagegen hebt jene guten Eigenschaften der Ackerkrume wieder auf, durch dasselbe erleidet dieselbe bei dem Austrocknen leicht eine zu große und schädlich werdende Volumensverminderung, ganz besonders aber wird der Boden sauer, zu schwammig und zu feucht, dadurch auch wiederum kalt und endlich unfähig, die Cultur der gewöhnlich im Großen angebauten Gewächse noch zu unterstützen. Der Thon verhält sich hinsichtlich der erwähnten Eigenschaften zum großen Theile dem Humus ähnlich, beide unterstützen sich gegenseitig in ihrer Wirkung, nur daß der Thon leicht bei einer zu sehr vorherrschenden Menge, einen festen, zähen und kalten Boden bildet.

Die oben beschriebenen physikalischen Eigenschaften sind nicht alle für die Charakteristik der verschiedenen Bodenarten von gleicher Bedeutung. Namentlich muß man der wasserhaltenden Kraft eine hohe Wichtigkeit

zuschreiben, jedoch darf man nicht, wie es manchmal geschehen ist, nach dem höheren oder geringeren Grade dieser Eigenschaft, selbst nur innerhalb bestimmter Grenzen, auch unmittelbar den Grad der Fruchtbarkeit und die quantitative Zusammensetzung der Ackerkrume bestimmen wollen. Die wasserhaltende Kraft ist abhängig nicht allein von dem Vorherrschen dieses oder jenes Hauptbestandtheiles, sondern hauptsächlich von der äußeren Form, in welcher diese Hauptbestandtheile auftreten, ob dieselben in einem mehr oder weniger feinkörnigen Zustande vorhanden, mehr oder weniger innig mit einander gemengt sind und von Zufälligkeiten endlich, die nicht immer in ihrer ganzen Klarheit sich nachweisen lassen. Daß die Bestimmung der wasserhaltenden Kraft für sich allein zur Charakteristik einer Bodenart nicht ausreichend ist, wird der Leser aus der im Folgenden gegebenen Uebersicht ersehen.

	Wasserhaltende Kraft.
1. Weinbergerde von Rotheburg bei Geißheim im Rheingau; überwiegend viel Kieselerde mit Thonschieferstückchen und etwas Kalk, mit 3,3 Prc. Humus und Glühverlust	20.
2. Weinbergerde von Neudorf im Rheingau, von ähnlicher Zusammensetzung, 5,2 Prc. Humus und Glühverlust	25.
3. Weinbergerde von Rüdersheim im Rheingau, von ähnlicher Zusammensetzung, jedoch etwas mehr Kalk und 8,3 Prc. Humus ꝛc.	28.
4. Weinbergerde von der Liebfrauenkirche bei Worms, 66,5 Prc. Sand mit Bruchstücken von Sandstein und Schiefer, 19 Prc. Kalk, etwas Thon und 8 Prc. Humus und Glühverlust	35,5.
5. Weinbergerde vom Johannisberg im Rheingau, 54 Prc. Sand, aus Thonschieferstückchen und Quarz bestehend, 9 Prc. Kalk, 37 Thon und 5,5 Prc. Humus und Glühverlust	37,0.
6. Sandboden vom Schwarzwald, 77 Prc. Quarzsand mit 20,1 Thon, etwas Kalk und 1,3 Prc. Humus und Glühverlust; schöne Nadelholzwälder	38,2.
7. Weinbergerde von den besseren Weinbergen im Neckarthale bei Untertürkheim, 60 Prc. Sand mit schiefrigem Mergel, 24,4 Thon, 12,7 Kalk und 5,6 Humus und Glühverlust	40,7.
8. Fruchtbare Ackererde von Getreidefeldern im Neckarthal bei Tübingen, kalkhaltiger Thonboden, 62 Thon, 28,8 Quarzsand, 3,4 Kalk und 5,7 Prc. Humus und Glühverlust	46,7.
9. Fruchtbare Ackererde der Getreidefelder bei Stuttgart, 70,6 Thon, 25,2 Quarzsand, 1,2 Kalk und 7,8 Prc. Humus ꝛc.	50,0.
10. Weinbergerde von Ahlbach im Neckarthal, 50 Prc. Quarzsand mit Schieferstückchen, 46 Thon, 3 Kalk und 7 Prc. Humus ꝛc.	53,0.
11. Fruchtbare Ackererde der Getreidefelder bei Tübingen, 64,7 Prc. Thon, 17,2 Quarzsand, 16,4 Kalkerde mit Kalksand und 9,8 Prc. Humus und Glühverlust	61,3.

	Wasserhaltende Kraft.
12. Fruchtbare Ackererde von Getreidefeldern bei Schwenningen, am Ursprung des Neckars, 63,6 Thon, 17,3 Quarzsand, 4,1 Kalkerde und Kalksand, 5,6 Humus und Glühverlust	67,2.
13. Gute Wiesenerde von Bebernhausen; 46,7 Prc. Thon, 46,0 Sand, 3,0 Kalkerde, 4,5 Humus und Glühverlust	78,1.
14. Gute Wiesenerde von Lustnau im Neckarthale, 48,0 Prc. Thon, 20,8 Quarzsand, 29,6 feine Kalkerde mit Kalksand, 6,3 Prc. Humus und Glühverlust	85.
15. Sehr fruchtbare schwarze Erde von der Höhe der schwäbischen Alp auf Jurakalk, 47,0 Thon, 1,2 Quarzsand, 33,8 Kalksand mit Kalkerde, 4,6 auflöslicher Humus und 13,1 Glühverlust	91,6.
16. Leichte, an vegetabilischen Stoffen und Sand reiche Gartenerde, vorzüglich zur Cultur von Ericeen, Proteen und verwandten Pflanzen des Caps dienend, 1,6 Prc. Kalk, 18,6 Prc größtentheils vegetabilische, durch Glühen zu verflüchtigende Stoffe; das Uebrige thonhaltiger Sand	100.
17. Gartenerde, der vorigen ähnlich, zur Cultur vieler Straucharten Neuhollands dienend, 21 Prc. Glühverlust und 15,5 Prc. Kalk, das Uebrige thonhaltiger Sand	106.
18. Sehr leichter Boden, für die gewöhnlichen Kulturgewächse wenig tauglich, aus dem Neckarthal bei Lustnau, 42,7 Prc. Thon, 10,8 Quarzsand, 38,0 Kalkerde mit viel Kalksand, 8,4 Prc. Humus und Glühverlust; Consistenz sehr gering	124.
19. Gartenerde, an vegetabilischen Stoffen sehr reich, 11 Prc. Kalk und 30 Prc. Glühverlust, nebst Thon und Sand	155.
20. Schwarze unfruchtbare Torferde, viel verkohlten Humus, im Ganzen 76 Prc. durch Glühen zu verflüchtigende Stoffe enthaltend	179.
21. Vegetabilische Erde, aus zersetztem Laub gebildet, sogenannte Lauberde, zur künstlichen Zusammensetzung verschiedener Gartenerden dienend, 33 Prc. Glühverlust, mit 16 Prc. feinem Kalk, das Uebrige aus feiner Kieselerde und Thon bestehend	203.
22. Holzerde aus faulen Bäumen, wie die Lauberde zur Bildung von Gartenerden dienend, 47 Prc. Glühverlust mit 10 Prc. feinem Kalk, das Uebrige feine Kieselerde und Thon	210.
23. Sehr leichte unfruchtbare braune Torferde von unvollkommen ausgebildetem Torf, 89 Prc. Glühverlust	366.

Aus den hier zusammengestellten Untersuchungen Schübler's, zu denen zu bemerken ist, daß alles mit Wasser Abschlämmbare als Thon bezeichnet ist, ergiebt sich, daß die wasserhaltende Kraft keineswegs immer mit der Zunahme des Thon- und namentlich Humusgehaltes wächst oder mit dessen Abnahme sich vermindert (vgl. Nr. 11 u. 12); offenbar ist die Gegenwart von fein zertheilter Kalkerde ebenfalls von wesentlichem Einfluß auf jene Eigenschaft (Nr. 18), ganz besonders auch die mehr oder weniger innige Mischung, das gröbere oder feinere Korn des Gemenges und endlich in nicht geringem Grade

der Zustand, in welchem der Humus oder die Pflanzenüberreste in der Ackerkrume sich befinden (vgl. Nr. 19, 20, 21 u. ff.). Die Wiesenerden zeigen durchgängig eine größere wasserhaltende Kraft, als ihrer Zusammensetzung eigentlich zukommt, ohne Zweifel deshalb, weil die größere Wassermenge, welche mit denselben in Berührung kommt, den Humus in den Zustand weiter vorgeschrittener Zersetzung, größerer Zertheilung und Lockerheit übergeführt hat. Dieselbe Erscheinung zeigt sich auch bei den Gartenerden, in welchen die Cultur eine größere Auflockerung und weit innigere Mischung der Bestandtheile zur Folge gehabt hat, als dies in der gewöhnlichen Ackererde der Fall ist. Im Allgemeinen jedoch kann man aus den mitgetheilten Versuchen den Schluß ziehen, daß die im Klima Deutschlands zum Getreidebau benutzten Ackererden am häufigsten in ihrer wasserhaltenden Kraft zwischen 40 bis gegen 70 Prc. wechseln; ist die wasserhaltende Kraft eines Erdreichs bedeutend größer oder geringer, so eignet es sich meist besser zur Cultur gewisser Pflanzen, bei einer geringeren wasserhaltenden Kraft zum Weinbau und zu Nadelholzarten, bei einer größeren zu Wiesen oder zur Cultur von Pflanzen einzelner Familien. Noch bleibt Vieles erst durch weitere Beobachtungen zu ermitteln übrig; erst durch viele Erfahrungen und mannigfache Versuche werden wir dahin gelangen können, zu sagen, bei welcher wasserhaltenden Kraft diese oder jene Pflanze am sichersten ihre vollkommne Ausbildung erreicht; nothwendig muß hierauf zugleich die einer Gegend zukommende mittlere Temperatur und Regenmenge von bedeutendem Einfluß sein; für wärmere Gegenden mit einer geringeren mittleren Regenmenge werden Bodenarten mit einer größeren wasserhaltenden Kraft unter übrigens gleichen Verhältnissen günstiger sein, während dagegen Erden mit einer geringeren wasserhaltenden Kraft besser für Gegenden sich eignen, welche eine größere Regenmenge besitzen; dieselbe Bodenmischung kann daher für eine Gegend fruchtbar sein, welche es für eine andere unter veränderten äußeren Umständen nicht mehr ist; der häufig vorkommende Wechsel zwischen trocknen und nassen Jahrgängen wird aus demselben Grunde bald dieser, bald jener Gegend günstiger sein, je nachdem ihre Bodenarten vorherrschend eine größere oder geringere wasserhaltende Kraft besitzen.

Den obigen Bemerkungen Schübler's füge ich mit demselben Forscher noch bei, daß man für die wissenschaftliche Charakteristik einer Bodenart, außer der genauen chemischen Analyse, mit der Bestimmung der wichtigeren physikalischen Eigenschaften sich begnügen kann, zu welchen namentlich die Farbe, das absolute Gewicht eines bestimmten Volumens im trocknen und nassen Zustande, die wasserhaltende Kraft und endlich die Consistenz oder Festigkeit im trocknen Zustande zu rechnen sind. Gewöhnlich stehen nämlich mit

diesen Eigenschaften folgende im näheren Verhältniß: 1) Je dunkler die Erde gefärbt ist, desto stärker erwärmt sie sich durch das Sonnenlicht, wenn sie zugleich eine geringe wärmehaltende Kraft hat; 2) je größer ihr absolutes Gewicht im trocknen Zustande ist, desto größer ist ihre wärmehaltende Kraft (desto länger behält sie eine durch das Sonnenlicht oder den unmittelbaren Einfluß der Atmosphäre erhaltene Temperatur); 3) je größer die Consistenz oder Festigkeit einer Erde im trocknen Zustande ist, desto schwerer zu bearbeiten ist sie sowohl im trocknen als im nassen Zustande, desto mehr Schwierigkeiten setzt sie keimenden Pflanzen bei der Ausbreitung ihrer Wurzeln entgegen, desto mehr Humus ist sie aufzunehmen und enger zu binden im Stande, ein desto undurchlassenderes Erdreich bildet sie für Feuchtigkeit und desto länger bleibt diese gewöhnlich in den tieferen Erdschichten zurück, wenn sie einmal davon durchdrungen sind; 4) je größer die wasserhaltende Kraft ist, desto größer ist gewöhnlich auch ihr Vermögen, Feuchtigkeit und Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft zu absorbiren, und desto größer ist ihre Volumensverminderung beim Austrocknen; 5) je größer endlich die beiden letzten Eigenschaften (Consistenz und wasserhaltende Kraft) zugleich sind, desto langsamer trocknet das Erdreich aus, einen um desto kälteren, nässeren Boden bildet es, und um desto mehr vermindert sich seine Consistenz durch das Durchfrieren, desto besser wird es daher sein, das Erdreich vor Eintritt des Winters umzubrechen.

Um den hier angedeuteten Zusammenhang der wichtigeren physikalischen Eigenschaften mit einander für jede einzelne Bodenart näher nachzuweisen, halte ich es für nöthig, das Verhalten derselben gegen Feuchtigkeit und Wärme durch genaue, direkte Bestimmungen festzustellen. Es genügt meiner Ansicht nach zur Beurtheilung einer Bodenart keineswegs, die sogen. wasserhaltende Kraft des Bodens allein zu bestimmen; es muß gleichzeitig auch die wasseranziehende oder hygroskopische, ferner die wasserverdunstende, und ganz besonders auch die wasserdurchlassende Kraft in Zahlen genau bestimmt werden. In gleicher Weise ist das Verhalten des Bodens gegen die Wärme von überaus großer Wichtigkeit für die Beurtheilung der Güte desselben und verdient daher auch eine direkte Beachtung, wenigstens so lange die Abhängigkeit der physikalischen Beschaffenheit des Bodens von dessen chemischer und mechanischer Zusammensetzung noch nicht überall klar erkannt ist.

Zur ferneren Verdeutlichung des Zusammenhanges zwischen den physikalischen Eigenschaften einer Ackererde und ihrer Zusammensetzung theile ich hier noch schließlich einige Analysen von Bodenarten mit, welche wir nebst den beifolgenden Bemerkungen gleichfalls Schübler verdanken.

1. Die Ackererde aus dem Neckarthal bei Canstadt, einer der frucht-

barsten Gegenden Würtembergs, zeigte sich in 100 Theilen zusammengesetzt aus:.

17,2 Theilen Kieselsand,
64,5 „ feinem Thon mit etwas Eisenoxyd,
10,4 „ kohlensaurer Kalkerde,
1,0 „ in Wasser und Kali auflöslichem mildem Humus,
6,9 „ ließen sich durch Glühen verflüchtigen.
Gewicht eines Pariser Cubikzolls im trocknen Zustand 26,8 Grm.
„ „ „ „ „ nassen „ 31,5 „
Wasserhaltende Kraft dem Gewichte nach 61,3 Prc.
Consistenz, die des Thons = 100 gesetzt, = 64,1 Prc.

Farbe: dunkelgrau.

Die Ackererde hat eine bedeutende Mächtigkeit, so daß auch tiefer wurzelnde Gewächse und Bäume ein gutes Fortkommen zeigen; die vorherrschende unter der Ackererde liegende Gebirgsart ist aufgeschwemmtes Land, Neckargeschiebe, die durch Kalktuff verbunden sind. Die fruchtbaren Bodenarten des mittleren Neckarthales zeigen meist eine ähnliche Zusammensetzung, ihr Kalkgehalt wechselt im Mittel von 8—20 Prc., ihr Thongehalt von 50—65, ihr auflöslicher Humusgehalt von 0,5 = 1,8, verflüchtigen lassen sich bis 11 Prc., durch bloßes Auskochen mit Wasser läßt sich aus ihnen nur sehr wenig ausziehen, wenn sie nicht frisch gedüngt worden sind. Sie gehören daher meist zu den vermögenden und reichen Mergelböden. Benutzt werden sie außer zum Gemüsebau im Großen vorzüglich zu Dinkel, selten zu Weizen, übrigens auch zu Mais, Emmer, Einkorn, Gerste, seltener zu Hafer und Roggen, abwechselnd mit Klee.

2. Die Ackererde von den Anhöhen zur Seite des Neckarthales bei Tübingen zeigte sich bestehend aus:

31,1 Theilen Kieselsand,
59,9 „ feinem Thon mit etwas Eisenoxyd,
3,0 „ kohlensaurer Kalkerde,
5,9 „ ließen sich durch Glühen verflüchtigen.
Gewicht eines Pariser Cubikzolls im trocknen Zustand 27,0 Grm.
„ „ „ „ „ nassen „ 31,2 „
Wasserhaltende Kraft dem Gewichte nach = 59,6 Prc.
Consistenz = 55,5 Prc.

Farbe: hellgrau. — Benennung: vermögender kalkhaltiger Thonboden.

Die Mächtigkeit der fruchtbaren Ackererde ist oft nicht hinreichend tief, der Untergrund ist zum Theil sehr thonig. Die Gebirgsart ist grobkörniger Keuper-Sandstein. Die Fruchtbarkeit dieser Anhöhen ist oft bedeutend ge-

ringer als die im Neckarthal. Von Getreidearten wird auf diesem Boden statt Dinkel nicht selten Emmer gebaut, übrigens auch Einkorn, Gerste, Hafer, abwechselnd mit Klee, Luzerne und verschiedenen Brachfrüchten.

3. Die Weinbergerde nördlich von den Anhöhen bei Stuttgart besteht aus:

38,0 Theilen Thon, durch Eisenoxyd braun gefärbt,
49,5 „ Kieselsand, gemengt mit vielen kleinen Stückchen von schiefrigem, erhärtetem Thonmergel,
4,2 Theilen kohlensaurer Kalkerde,
1,4 „ Gips,
6,6 „ Humus und Glühverlust.
Gewicht eines Pariser Cubikzolls im trocknen Zustand 29,2 Grm.
„ „ „ „ „ nassen „ 33,7 „
Wasserhaltende Kraft dem Gewichte nach = 46,4 Prc.
Consistenz = 33,0 Prc.

Farbe: röthlichbraun; Benennung: vermögender kalkhaltiger Lehmboden mit etwas Gipsgehalt; Lage: gegen Süden geneigt; die Ackerkrume ist einige Zoll mächtig; die Gebirgsart ist Keuper-Sandstein, der mit Lagern von schiefrigem erhärtetem Thonmergel und Gips durchzogen ist. — Die Bodenarten der besseren Weinberge der Bergketten des Neckarthales zeichnen sich vor den Bodenarten des Thales selbst gewöhnlich durch die hier bemerkten Eigenschaften aus; der Gips fehlt ihnen häufig ganz, sie verdanken ihre Eigenschaften vorzüglich der eigenthümlichen, feinschiefrigen Beschaffenheit ihres Thones, sie besitzen eine geringe wasserhaltende Kraft und Consistenz, ein großes absolutes Gewicht und meist dunkle Farben, Eigenschaften, welche ihnen zugleich eine große wärmehaltende Kraft geben. Diese schiefrigen Thonarten zeichnen sich vor dem Sand, dem sie sich in ihren Eigenschaften nähern, dadurch vortheilhaft aus, daß sie gewöhnlich eine etwas größere wasserhaltende Kraft, und immer eine größere Consistenz als reiner Sand besitzen, weshalb sich Feuchtigkeit und Humus mehr in ihnen ansammeln können.

4. Der Waldboden eines schönen Laubholzes auf einer Anhöhe südlich vom Neckarthal bei Tübingen bestand aus:

59,5 Theilen feinem abschlemmbarem Thon,
32,0 „ Kieselsand,
1,4 „ kohlensaurer Kalkerde,
7,1 „ Humus und Glühverlust.
Gewicht eines Pariser Cubikzolls im trocknen Zustand 28,2 Grm.
„ „ „ „ „ nassen „ 35,3 „
Wasserhaltende Kraft = 53 Prc.
Consistenz = 54,6 Prc.

Farbe: grau; Benennung: vermögender kalkhaltiger Thonboden. Das Erdreich ist mehrere Schuh tief und ruht auf buntem Sandstein. Der Wald gehört zu den schönsten dieser Gegend, er trägt schlanke Buchen und Eichen, das Unterholz bilden Birken, Hainbuchen, Linden und Saalweiden; bei 20jährigem Umtrieb ist der mittlere Ertrag auf einem würtembergischen Morgen 4—6 Klafter Knüppelholz und 400—600 Wellen.

5. Die Nadelholzwälder des Schwarzwaldes zeigen gewöhnlich eine entgegengesetzte Beschaffenheit, in ihnen herrscht häufig Kieselsand vor. Ein Waldboden bei Kalmbach in der Nähe des Wildbads aus einem schönen Kiefernwald zeigte sich zusammengesetzt aus:

77,0 Theilen Kieselsand,
20,0 „ feinem Thon mit etwas Eisenoxyd,
1,3 „ kohlensaurer Kalkerde,
1,4 „ Humus und Glühverlust.
Gewicht eines Pariser Cubikzolls im trocknen Zustand 27,7 Grm.
„ „ „ „ „ nassen „ 37,8 „
Wasserhaltende Kraft = 38,2 Prc.
Consistenz = 6,8 Prc.

Farbe: röthlichgrau; Benennung: armer lehmiger Sandboden. Das Erdreich ist mehrere Schuh tief und ruht auf rothem, älterem Sandstein; hie und da wird auf diesem Boden auch Roggen gebaut.

6. Die Erden von Gebirgsgegenden sind zuweilen ausgezeichnet durch eine sehr schwarze Farbe und Reichthum an Humus, vorzüglich in flachen Alpthälern und selbst auf Anhöhen, wenn der Humus weder durch Ueberschwemmungen, noch durch reißende Gebirgswässer in die Tiefe geführt wird. Die schwäbische Alp, welche im Mittel 2400—2800 Par. Fuß über dem Meere liegt, zeigt mehrere solche Gegenden. Ein leichter schwarzer Boden dieser Gebirgskette in der Nähe von Genkingen bestand aus:

47,0 Theilen feinem Thon mit etwas Eisenoxyd,
1,2 „ Kieselsand,
3,38 „ kohlensaurer Kalkerde,
19,7 „ Humus und Glühverlust.
Gewicht eines Pariser Cubikzolls im trocknen Zustand 21,2 Grm.
„ „ „ „ „ nassen „ 28,2 „
Wasserhaltende Kraft = 91,6 Prc.
Consistenz = 14,7 Prc.

Farbe: schwarz; Benennung: weicher lehmiger Kalkboden. Die Ackerkrume ist oft einige Schuh mächtig und ruht auf Jurakalk, ist häufig mit vielen kleinen Steinchen vermischt, welche übrigens bei dieser Bodenmischung ganz wohlthätig wirken, indem sie dem Boden mehr Festigkeit und größere wärme-

haltende Kraft geben, welches bei der großen wasserhaltenden Kraft und dem schon rauhen Klima dieser Gegend auf die Vegetation wohlthätig einwirkt. Zum Theil wird dieser Boden zu Weiden und Wiesen, häufig aber auch zum Getreidebau benutzt; außer Dinkel und Gerste gedeiht auf ihm vorzüglich Hafer, der an Schwere der Körner den in tieferen Gegenden Würtembergs, in einem wärmeren Klima erzogenen allgemein übertrifft, obgleich seine Halme kürzer bleiben; von kleeartigen Futterpflanzen gedeiht auf diesem Boden vorzüglich gut Esparsette; in den Wäldern dieser Gegenden sind Laubholzarten vorherrschend, vorzüglich Buchen, gemischt mit Bergahornen und Eschen.

C. Einfluß der geognostischen Verhältnisse auf die Zusammensetzung und die Eigenschaften der Ackererde.

Durch die Gesteinsbeschaffenheit eines Landes wird sowohl die chemische Zusammensetzung wie das physikalische Verhalten der Bodenarten wesentlich bestimmt; in ersterer Hinsicht, indem die Bestandtheile der Gesteine unter dem Einfluß des Verwitterungsprozesses andere Verbindungen eingehen und namentlich als auflösliche Mineralsalze durch ihre Gegenwart zu einer größeren oder geringeren natürlichen Fruchtbarkeit des Bodens beitragen, in letzterer Hinsicht, indem die Gebirgsarten je nach ihrer Eigenthümlichkeit bald zu einer lockeren, wenig consistenten, leichteren oder schwereren Masse auseinanderfallen, bald einen zähen undurchlassenden Boden und Untergrund bilden, bald zu der Entstehung eines mit größeren und kleineren Steinen gemengten Sand- oder Thonbodens oder einer durch und durch gleichmäßig feinkörnigen Ackerkrume die Veranlassung geben. Beiderlei Einflüsse der Gesteine, auf die Zusammensetzung wie auf die physikalischen Eigenschaften der Ackererde, treten stets gleichzeitig und zusammenwirkend auf; wir werden deshalb hier auch beide Einwirkungen in ihrem Zusammenhange betrachten.

1. Einfluß der krystallinischen Gesteine auf die Güte des Ackerbodens.

Die Gesteine oder die Gebirgsarten sind entweder einfach oder zusammengesetzt, d. h. sie sind entweder, wie der Kalk und der Gips, in ihrer ganzen Masse gleichförmig beschaffen, oder sie bestehen aus einem Gemenge mehrerer verschiedener Mineralien, von denen das eine oder das andere gewöhnlich in überwiegender Menge auftritt; zu den letzteren Gesteinen, welche in bei weitem größerer Zahl als die ersteren vorkommen, gehört z. B. der Granit, Basalt u. a. Diese Gesteine haben also nähere Bestandtheile (Gemengtheile), eben jene fest bestimmte und charakterisirte Mineralien, und entferntere, aus denen wieder die einzelnen Mineralien zusammengesetzt sind. Die entfernteren Bestandtheile der Gebirgsarten, aus denen also schließlich die ganze feste Erdrinde gebildet worden ist, sind einfache Sauerstoffverbindungen; nämlich

bei weitem vorherrschend ist Kieselsäure, außerdem Thonerde, Kalkerde, Magnesia, Alkalien, Eisen- und Manganoxyde; man wird der Wahrheit im Allgemeinen nahe kommen, wenn man annimmt, daß von der Erdrinde, soweit dieselbe der Beobachtung zugänglich ist, $^2/_3$ aus Kieselsäure, $^1/_6$ aus Thonerde, $^1/_{12}$ aus kohlensaurer Kalkerde und Magnesia, $^1/_{24}$ aus Alkalien, $^1/_{48}$ aus Eisen und Mangan, und das letzte $^1/_{48}$ aus allen übrigen auf der Erde vorhandenen Stoffen zusammengesetzt ist.

Die genannten einfacheren Körper sind zu verschiedenen chemischen Verbindungen zusammengetreten, welche wir Mineralien nennen und als die näheren Bestandtheile oder als die Gemengtheile der Gebirgsarten bezeichnet haben; die Zahl dieser Mineralien, welche vorzugsweise an der Bildung der festen Erdrinde Theil haben, ist eine nur sehr kleine; sie beschränkt sich auf die verschiedenen Arten des Feldspathes, des Glimmers, des Augites und der Hornblende, wenn wir hier von dem kohlensauren Kalke (Kalkstein) und dem schwefelsauren Kalke (Gips) absehen, welche vermöge ihrer chemischen Zusammensetzung ebenfalls zu den Mineralien gerechnet werden müssen, wie sie auf der anderen Seite, wegen ihres massenhaften Auftretens auf der Erdoberfläche auch zu den Gebirgsarten gehören. Die nähere quantitative Zusammensetzung der zuerst genannten Mineralien ist folgende:

	Feldspatharten.			
	Kali- (Orthoklas)	Natron- (Albit)	Kalknatron- (Oligoklas)	Kalkfeldspath. (Labrador).
Kieselerde	65,72	69,36	62,61	53,48
Thonerde	18,57	19,26	24,11	26,46
Eisenoxyd	Spur	0,43	0,30	1,60
Manganoxyd	Spur	—	—	0,89
Kalkerde	0,34	0,46	2,74	9,49
Magnesia	0,10	—	0,55	1,74
Kali	14,02	?	0,75	0,22
Natron	1,25	10,50	8,89	4,10
	100,00	100,01	99,95	97,98

	Glimmer		Hornblende		Augit.
	Kali-	Magnesiaglimmer	Gemeine	Basaltische	
Kieselerde	47,50	40,00	45,69	42,24	50,11
Thonerde	37,20	12,67	12,18	13,92	6,68
Eisenoxyd	3,20	19,03	—	—	—
Eisenoxydul	—	—	7,32	14,59	7,55 (Eisenoxydul und Manganoxydul)
Manganoxydul	—	—	0,22	0,33	
Manganoxyd	0,90	0,63	—	—	—
Kalkerde	—	—	13,83	12,24	18,66
Magnesia	—	15,70	18,79	13,74	15,72
Kali	9,60	5,61	—	—	—
Flußsäure	0,56	2,10	—	—	—
Wasser	2,63	—	—	—	—
	101,59	95,74	98,03	97,06	98,72

Die genannten Mineralien haben, wie man sieht, eine sehr verschiedene Zusammensetzung; ihr Hauptunterschied besteht darin, daß sie entweder Alkalien in größerer oder geringerer Menge enthalten, wie der Feldspath und Glimmer, oder dieser Stoffe unter ihren Bestandtheilen gänzlich entbehren, welches Letztere bei dem Augit und der Hornblende der Fall ist, bei denen dagegen eine bedeutende Menge von Eisenoxydul in die Zusammensetzung eingetreten ist. Die Gegenwart der Alkalien auf der einen Seite, und des Eisenoxyduls auf der anderen, bedingt, und zwar aus verschiedenen Ursachen (s. die „Entstehung der Ackerkrume"), das allmälige Auseinanderfallen, die Verwitterung dieser Mineralien. Die verschiedenen Arten des Feldspathes verhalten sich unter dem Einfluß des Verwitterungsprozesses sehr von einander abweichend; während nämlich der Kali- und Natronfeldspath, vermöge ihres bedeutenden Gehaltes an Alkalien, mit Leichtigkeit sich zersetzen und zu der Bildung mächtiger Thonlager die Veranlassung geben, welche durchdrungen sind von auflöslichen, das Wachsthum der Pflanzen befördernden Mineralsalzen, ist diese Fähigkeit dem Kalk-Natronfeldspath oder Oligoklas schon weniger eigen, und der Labrador widersteht am längsten der zerstörenden Einwirkung der atmosphärischen Bestandtheile, welches aus seinem größeren Thon- und geringeren Alkaligehalte sich erklärt. Der Glimmer zersetzt sich nur sehr schwierig, gleichfalls wegen seiner vorherrschenden Thonmenge, er findet sich oft noch vollkommen erhalten als glänzende Blättchen in sandigen und thonigen Bodenarten und erdigen Gesteinen, um so mehr, wenn er als Magnesiaglimmer nur wenig Kali in sich aufgenommen hat; aber dennoch löst auch er schließlich sich auf und zerfällt in ganz ähnliche neue Substanzen, wie der Feldspath, nämlich in Thon und auflösliche Alkalisalze. Der Augit und die Hornblende unterliegen einem ganz anderen Verwitterungsprozesse, ihr Zersetzungsprodukt ist ein sehr eisenhaltiger Thon, dessen Beschaffenheit für die Ackerkrume in der Regel durch das gleichzeitige Auftreten einer nicht unbedeutenden Menge Kalkerde und Magnesia verbessert wird, namentlich, wenn, wie es gewöhnlich der Fall ist, die Gebirgsarten, welche zum großen Theile aus diesen schwarzen eisenhaltigen Mineralien bestehen, gleichzeitig auch die eine oder andere Feldspathvarietät in sich aufgenommen haben. Der Augit und die Hornblende gebrauchen einen längeren Zeitraum zu ihrer vollständigen Verwitterung, gewöhnlich zerfallen sie zuerst in größere oder kleinere Stücke und Körner, sie bilden einen sogenannten Augitsand, welcher bei Abwesenheit oder sehr starkem Zurücktreten von feldspathartigen Mineralien in dem ursprünglichen Muttergestein, ein unfruchtbares Terrain bildet, das nur durch Zuführung von düngenden Stoffen von Außen her zur Ernährung mannichfaltiger Pflanzen befähigt werden kann. Durch die Verwitterung der

genannten Mineralien ist, wie schon früher angedeutet wurde, das ganze Material zu allen den mächtigen thonigen Bildungen nach und nach geliefert worden, welche in der Form von Thonschiefern, Thonsteinen oder unregelmäßigen Thonlagern auf der Erdoberfläche verbreitet sind.

Die genannten wenigen Mineralien bilden, jedes für sich oder zu zweien und dreien mit einander gemengt, alle die krystallinisch-massigen oder krystallinisch-schiefrigen Gesteine, welche der Mehrzahl nach als die ältesten Gebilde der Erdrinde, die primitiven oder Urgesteine betrachtet werden, im Gegensatze zu den unkrystallinischen, erdigen Massen, welche jene anderen meistens in größerer oder geringerer Mächtigkeit überlagern, und aus deren Verwitterungsprodukten gebildet worden sind. Die krystallinischen Gesteine bilden vorherrschend sandige, warme Böden, in welchen das zerbröckelte, noch nicht völlig verwitterte Gestein einen Hauptbestandtheil ausmacht. Jedoch bemerkt man bei allen Gesteinen mehr oder weniger häufige und auffallende Ausnahmen von der obigen Regel, es wird der Boden nicht selten ziemlich bindig, bedingt theils durch die leichtere Verwitterung gewisser Varietäten der Gesteine, besonders in niedriger, wärmerer Lage und mehr noch bedingt durch das Zusammenschwemmen und die Ansammlung der thonigen Verwitterungsprodukte krystallinischer Gesteine in flachen, kesselförmigen Gebirgsthälern oder in der Tiefe der Flußthäler.

Der Granit ist ein Gemenge von Kali- oder Natronfeldspath, Quarz und Glimmer und giebt bei seiner Zersetzung Veranlassung zu der Bildung eines Bodens, dessen Cohäsion durch Beimengung von Quarz- und Glimmersand oder noch unzersetzten Feldspath- oder Granitstückchen sehr vermindert erscheint. Der Granit tritt meistens in hoch gelegenen Gegenden an die Oberfläche hervor, er bildet oft den Gipfel der Gebirge; in solchen Gebirgsländern oder in nördlichen kälteren Gegenden ist der Granit keineswegs als ein der Cultur günstiges Terrain zu betrachten, da der aus ihm entstandene Boden in solchen Gegenden nur unbedeutende Tiefe der Krume zeigt und oftmals durch die atmosphärischen Wasser einer Auswaschung und Fortschwemmung ausgesetzt ist; dagegen sind die Thäler dieser Gebirgsländer wiederum begünstigt, indem hier mit einer größeren Tiefe der Ackerkrume, im Schutze gegen kalte und rauhe Winde eine reichliche Vegetation sich entwickelt, deren Ueberreste dem Boden einen bedeutenden Humusgehalt gewähren; der Humus aber nebst dem zugleich in beträchtlicher Menge vorhandenen Thon bedingt eine größere wasser- und zugleich auch wärmehaltende und absorbirende Kraft und außerdem die Ansammlung einer oft bedeutenden Menge auflöslicher fruchtbarmachender Mineralsalze. Der Granitboden ist, wenn das Klima nicht ungünstig einwirkt, in der Regel ein guter Boden für den Anbau von

Halmfrüchten sowie überhaupt für alle Gräser, welche hier oftmals unter dem Einfluß häufiger Niederschläge von Feuchtigkeit vortreffliche Weiden und Wiesen erzeugen; weniger gut gedeihen auf ihm Blattfrüchte, wie namentlich Klee, weil ihm oft die dazu erforderliche Tiefe und Milde der Ackerkrume und auch der das Wachsthum dieser Pflanzen so sehr befördernde Kalkgehalt fehlt.

Ganz dieselben Gemengtheile, wie der Granit, enthält auch der rothe Porphyr (Feldstein- oder Thonporphyr), nur daß in der Regel der Glimmer in weit geringerer Menge auftritt und der Feldspath sehr vorherrscht, mit welchem der feinkörnig eingesprengte Quarz ein inniges scheinbar gleichartiges Gemenge bildet, in dem größere Feldspathkrystalle deutlich nach allen Richtungen hin sich ausgeschieden haben. Der rothe Porphyr verwittert noch leichter als der Granit, namentlich wenn der Quarz- oder Kieselgehalt nicht sehr bedeutend ist; die Produkte der Zersetzung sind natürlich dieselben und sie liefern das Material zu der Bildung einer thonigen vermögenden Ackererde; die Zähigkeit des Bodens ist oft nicht bedeutend, weil der Porphyrthon durch die innige Beimengung von feinkörnigem Quarzsand gelockert wird, welche Eigenschaft noch durch einen, wenn auch nur geringen Gehalt an Kalk erhöht wird, der fast immer in kleiner Quantität, sei es in der Form von Fluorcalcium dem Feldspath beigemengt oder die Grundmasse des Porphyrs mechanisch durchbringend in dem hier erwähnten Gesteine auftritt. Der rothe Porphyr kommt in sehr vielen Varietäten vor, die hinsichtlich der Art und Schnelligkeit ihrer Verwitterung sich sehr verschieden verhalten; wenn auch der Porphyrboden in der Regel den Charakter eines ziemlich thonigen Bodens zeigt, z. B. in der Nähe von Halle, so finden sich doch auch auf seiner Oberfläche Verwitterungsböden von sehr grobkörniger, sandiger Beschaffenheit, z. B. bei Botzen in Tirol, wenn nämlich der Porphyr sehr reich ist an kieseliger Masse, nur wenig und feinkörnigen Feldspath enthält und daher nur mechanisch zerbröckelt, dagegen nur sehr langsam eine chemische Versetzung erleidet. Zu bemerken ist noch, daß oft an den Porphyr die sogenannten Porphyrsandsteine in beträchtlicher Ausdehnung sich anlegen, welche ein feinkörniges Gemenge von Quarzkörnern und Feldspathpartikelchen darbieten, und zu der Entstehung einer fruchtbaren, warmen und porösen Ackererde Veranlassung geben, welche aber häufig Mangel leidet an Kalk.

Der Gneis ist das dritte weit verbreitete Gestein, welches aus Quarz, Feldspath und Glimmer besteht, und nur durch seine mehr oder weniger deutlich schiefrige Struktur von den beiden vorher erwähnten Felsarten sich unterscheidet und außerdem fast stets auch durch einen weit bedeutenderen Gehalt an Glimmer ausgezeichnet ist, während der Feldspath und der Quarz oft, wie im Porphyr, zu einem feinkörnigen, sehr innigen Gemenge zusammen-

treten. Hinsichtlich seiner agronomischen Bedeutung verhält er sich dem Granite ähnlich, jedoch mit dem Unterschiede, daß der bedeutende Glimmergehalt als Glimmersand dem Boden eine größere Auflockerung und bedeutendere wärmehaltende Kraft gewährt, welche noch erhöht wird durch die innige Beimengung von Quarzsand und endlich durch die Gegenwart von Stückchen der unzersetzten Gebirgsart, die wegen ihrer schiefrigen Beschaffenheit weit leichter als der massige Granit und Porphyr eine mechanische Zertrümmerung erleidet.

An die genannten Gesteine schließt sich zunächst der **Granulit** oder **Weißstein** an, ein inniges Gemenge von Quarz mit vorherrschendem Feldspath, welches bei nicht zu hoher Lage einen guten Ackerboden bildet, besonders da dieses Gestein durch einen größeren oder geringeren Kalkgehalt ausgezeichnet ist, der durch die Gegenwart von Oligoklas oder Kalk-Natronfeldspath bedingt zu sein scheint.

Der **Glimmerschiefer** ist ein schiefriges Gemenge von Glimmer und feinkörnigem Quarz; er kommt fast nur in hohen Gebirgsgegenden zunächst unter der Ackerkrume vor und legt sich in der Regel an die Granit- und Gneisbildungen an, aus welchen oft die höchsten Gipfel der Gebirge bestehen. Der aus dem Glimmerschiefer gebildete Boden ist wohl wärmer als der Granit-, Gneis- oder Porphyrboden, er schließt sich fast unmittelbar dem reinen Sandboden an, und leidet daher gewöhnlich an zu großer Lockerheit, indem der Glimmer nur sehr langsam dem zerstörenden Einfluß der Atmosphäre unterliegt. Von dem reinen Sandboden unterscheidet er sich durch eine verhältnißmäßig etwas größere wasserhaltende Kraft und namentlich dadurch, daß er die einmal aufgenommene Feuchtigkeit nicht so leicht wieder verdunsten läßt, ein Verhalten, welches die Folge ist des blätterigen Gefüges des Gesteins wie des aus ihm gebildeten Bodens und in einem noch höheren Grade dem Boden des **Chloritschiefers** eigenthümlich zu sein scheint. Wenn im Glimmerschiefer außer den wesentlichen Gemengtheilen noch Feldspath hinzutritt, also ein Uebergang entsteht zum Gneis, dann erhält auch die Ackererde größere Bindigkeit und damit einen höheren Grad von Fruchtbarkeit. Der Glimmerschieferboden eignet sich zum Anbau von nur wenigen Feldfrüchten in bedeutender Ausdehnung, nur wo er in tiefere wärmere Gegenden hinabsteigt, nimmt auch die Verwitterung des Glimmers in Folge der höheren Temperatur und des häufigeren Wechsels zwischen warmer und kalter Witterung einen schnelleren Verlauf und seine Abhänge eignen sich hier namentlich zum Weinbau, zur Cultur einer Pflanze, welche nur eine geringe wasserhaltende Kraft des Bodens erfordert, dagegen eine leichte Erwärmung durch die Sonne und die Gegenwart von auflöslichen Alkalien voraussetzt, Bedingun-

gen, welche hier allerdings erfüllt sind. Endlich ist dieser Boden in Folge seiner physikalischen Beschaffenheit selbst in bedeutender Erhebung über der Meeresfläche, in einem rauhen und feuchten Klima, noch dem Anbau der Kartoffel günstig; der Gebirgsbewohner verdankt oftmals seinen Bedarf an diesem wichtigen Nahrungsmittel dem hier erwähnten Gestein. Wegen seiner großen Lockerheit und sehr durchlassenden Beschaffenheit verlangt dieser Boden aber viel Dünger, welches um so mehr der Fall ist, wenn er heftigen und stark austrocknenden Winden ausgesetzt ist.

In dieselbe Klasse der Gesteine gehört hinsichtlich ihrer Zusammensetzung die vulkanische Lava, die sogenannte feldspathige Lava und die fast ebenso zusammengesetzte vulkanische Asche. Die feste oder als Asche fein gepulverte Lava erleidet durch den Verwitterungsprozeß eine schnelle Zersetzung; oft schon wenige Jahre, nachdem diese Stoffe von den Vulkanen ausgestoßen worden sind, ist ein Boden gebildet, auf welchem die mannichfaltigsten Pflanzen üppig sich entwickeln, oft ohne daß der Boden eine Spur von Humus enthielte. Der Humus wird, in Betreff seiner Fähigkeit, die physikalische Beschaffenheit der Ackerkrume zu verbessern, hier gleichsam durch das Gestein selbst ersetzt: die Lava nämlich und die Lavaasche ist sehr porös und hat eben deshalb die Fähigkeit im hohen Grade, Feuchtigkeit aus der Atmosphäre anzuziehen und in sich zurückzuhalten; der Boden wird wegen seiner Lockerheit leicht durch die Sonne erwärmt, und die zu große Auflockerung durch die rasch fortschreitende Verwitterung der feldspathartigen Masse verhindert, während wiederum die Zähigkeit des gebildeten Thones durch die innige Beimengung der fein zertheilten porösen Lava oder der vulkanischen Asche vermindert wird.

Verschieden von den bisher erwähnten Felsarten hinsichtlich der Zusammensetzung und ihrer Einwirkung auf die Beschaffenheit der Ackerkrume, ist eine andere Klasse von ebenfalls weit verbreiteten Gesteinen, welche sämmtlich in Folge der Beimengung von Augit und Hornblende mehr oder weniger dunkelgrün, oft fast schwarz gefärbt sind und unter dem allgemeinen Namen der Grünsteine zusammengefaßt werden können. Die Bodenarten, welche diese Gesteine mit einer dünneren oder dickeren Schicht überziehen, zeigen fast durchgängig eine geringere Fruchtbarkeit als jene vorher beschriebenen, zum Theil, weil diese dunkel gefärbten Mineralien an sich schon dem zerstörenden Einflusse der Atmosphäre größeren Widerstand leisten, theils weil der Augit und die Hornblende durchaus frei von alkalischen Bestandtheilen sind, besonders aber, weil die mit diesen Mineralien gemengte feldspathartige Substanz selten bedeutende Mengen von Kali enthält, sondern entweder ein reiner Natronfeldspath (Albit) mit geringen Spuren von Kali, oder als Kalkfeldspath

(Labrador) erkannt worden ist. Man unterscheidet unter diesen schwarzen Felsarten namentlich zwei verschiedene Gesteine, nämlich den Grünstein im engeren Sinne oder den Diorit, ein gröberes oder feineres (Aphanit) Gemenge von Hornblende und Albit, und den Dolerit, ein Gemenge von Augit und Labrador; das letztere Gestein nimmt sehr häufig eine porphyrartige Struktur an und heißt dann schwarzer Porphyr, Melaphyr, Augitporphyr oder Trappporphyr. In agronomischer Hinsicht hat von beiden Gesteinen der Diorit den höchsten Werth; der Albit erleidet ziemlich leicht eine Zersetzung; der Natrongehalt des Albit hat schon an sich oftmals die Vegetation fördernde Eigenschaften, welche noch wesentlich durch das niemals vollständig fehlende Kali unterstützt werden; die Zähigkeit des aus dem Albit und der Hornblende abgeschiedenen Thones aber wird gemäßigt durch die gleichzeitig aus der Hornblende in bedeutender Menge in die Ackerkrume übergehende Kalkerde und Magnesia, sowie nicht weniger durch die sandige Beschaffenheit, welche der Boden in Folge der mechanischen Zertrümmerung dieser Gebirgsart in der Regel anzunehmen pflegt. Diese Beimengung der größeren oder kleineren Stückchen der noch nicht völlig zerfallenen dunkel gefärbten Gebirgsart bewirkt außerdem noch, daß die Temperatur der Erde bedeutend erhöht wird und diese eine große wärmehaltende Kraft erhält, alles Eigenschaften, welche bei ihrer Zusammenwirkung zu der Entstehung einer fruchtbaren Ackerkrume Veranlassung geben können. Die schwarzen Gebirgsarten im Allgemeinen verdanken ihre dunkle Farbe dem Gehalte einer oft sehr bedeutenden Beimengung von Eisenoxydul, welches bei der Verwitterung theilweise in Eisenoxyd übergeht, wodurch die Ackerkrume eine zuweilen dunkelbraunrothe Farbe erhält; das Eisenoxydul in seinem freien, nicht mehr mit Kieselerde verbundenen Zustande darf nicht in bedeutender Menge in einer Ackerkrume vorhanden sein, wenn diese auf Fruchtbarkeit Anspruch macht, weil durch dasselbe der in die Erde eindringende Sauerstoff vollständig absorbirt wird, also nicht, wie es zum Gedeihen der Pflanze erforderlich ist, mit den Wurzeln und mit den aus dem Samenkorne sich entwickelnden Keimen in Berührung treten kann. Die Gegenwart von Eisenoxydul in den tieferen Schichten der Ackerkrume oder des Untergrundes ist zum großen Theil die Ursache, weshalb bei dem tiefen Umbrechen des Ackers dieser erst eine Zeit lang dem oxydirenden Einfluß der Atmosphäre ausgesetzt werden muß, ehe er im Stande ist, eine gute Ernte hervorzubringen. — Der Dolerit oder der Augitporphyr ist in seinen Zersetzungsprodukten, und also in seiner Einwirkung auf die sich bildende Ackerkrume bei weitem weniger vortheilhaft, als der Diorit. Die Gemengtheile des Dolerit, der Augit sowohl als besonders der Labrador, verwittern nur äußerst langsam und liefern fast gar keine auf-

lösliche alkalische Salze; der Dolerit zerfällt in der Regel nur mechanisch in Trümmer und bildet eine fast gänzlich unfruchtbare, zum großen Theile aus Augitsand bestehende Ackerkrume. Ganz ebenso, und vollständig entgegengesetzt der feldspathreichen Lava, verhält sich die sogenannte augitische Lava, welche der Hauptsache nach ebenfalls ein inniges Gemenge von Augit und Labrador ist und wo sie die Oberfläche des Landes bedeckt, oft noch Jahrhunderte und selbst Jahrtausende nach ihrem Hervortreten aus den Vulkanen, ein Bild trostloser Unfruchtbarkeit gewährt. Dagegen haben wir in dem Basalte eine Gebirgsart, welche außer dem Augit eine bedeutende Menge von Natronfeldspath oder eines demselben ähnlich zusammengesetzten, aber wasserhaltigen Minerals enthält und welche daher ähnliche Zersetzungsprodukte liefert, wie der vorher beschriebene Diorit oder Grünstein im engeren Sinne des Wortes; nur ist der Basalt dem Wachsthum der Pflanzen in der Regel günstiger als jene Felsart, weil er vermöge seines Wassergehaltes leichter der Verwitterung unterliegt, auch meist größere Quantitäten von Kali und von Kalkerde in sich aufgenommen hat. Jedoch bildet der Basalt meistens nur kegelförmige mehr oder weniger hohe einzeln stehende Berge und hat keine so große Verbreitung, wie der Diorit und der schwarze Porphyr. Der Phonolith oder Klingstein ist in seinem geognostischen Vorkommen dem Basalte ähnlich, das erstere Gestein hat aber eine geringere Neigung zum Verwittern, es bildet meistens nur mechanisch zertrümmerte Massen, welche einer lohnenden Cultur kaum zugänglich sind. Am Fuße der Basalt-, Phonolith- und Trachytberge legen sich häufig mächtige Schichten von Basalttuff oder Traß an, welche Gesteine in ihrer physikalischen Beschaffenheit verschieden sich verhalten, indem sie zuweilen steinige, leicht zerbrechliche mürbe Massen bilden, zuweilen aber auch zu einer feinerdigen sandigen Masse zerfallen. Die Fruchtbarkeit der Böden des Basalttuffes pflegt in der Regel keine sehr große zu sein, weil sie zu warm, zu durchlassend und wenig wasserhaltend sind; dagegen gestatten sie wegen derselben Eigenschaften zuweilen noch den Weinbau in verhältnißmäßig rauher Lage, z. B. im Höhgäu, am Hohentwiel in einer Höhe von 1700 bis 1800 Fuß über der Meeresfläche.

Schließlich erwähne ich noch ein krystallinisches Gestein, den Syenit, ein granitartiges Gebilde, in welchem der Glimmer und der Quarz zum großen Theile durch Hornblende verdrängt worden sind, die mit dem vorherrschenden Kalifeldspath ein grobkörniges Gemenge bildet. Der Syenitboden wird, wo er eine hinreichende Tiefe besitzt und in dem Zustande ziemlich vollständiger Zersetzung sich befindet, ein ziemlich bindiger Boden sein, der reich ist an düngenden auflöslichen Mineralstoffen und dessen physikalische und chemische Beschaffenheit durch einen oft nicht unbedeutenden Gehalt an Kalk

(aus der Hornblende herstammend) verbessert wird. Der Syenit- und Basaltboden geben sich oft schon durch das üppigere Wachsthum verschiedener Kalkpflanzen zu erkennen, welche auf dem Granit-, Gneis-, Porphyr- und Glimmerschieferboden in deren natürlichem Zustande nicht gedeihen; ebenfalls ist die Zusammensetzung des Syenit- und Basaltbodens mit der Beobachtung, daß beide, namentlich in Gebirgsgegenden, in nassen Jahren unsichere, in warmen jedoch und mäßig feuchten sehr reichliche Ernten liefern, im Einklange.

2. Einfluß der erdig-schiefrigen, unkrystallinischen Gesteine auf die Beschaffenheit des Bodens.

Die erdigen, unkrystallinischen oder amorphen Gesteine sind in Betreff ihrer Zusammensetzung im Wesentlichen nur dreierlei Art, sie bestehen nämlich entweder aus Thon, Sand oder Kalk, also aus den drei Substanzen, welche im geeigneten Verhältnisse mit einander gemengt, die vorherrschenden Bestandtheile einer fruchtbaren Ackerkrume ausmachen, von denen aber jede für sich allein einen Zustand völliger Unfruchtbarkeit erzeugen würde. Der zähe, reine Töpferthon, welcher mit der Pflugschar kaum, weder im trocknen noch im nassen Zustande, zu durchbringen ist, beim Austrocknen in Folge der großen Volumensverminderung zerrissen und zerklüftet erscheint und gleichsam wie ein hartes Gestein dem Hervortreten der ersten Keime und der Ausdehnung der zarten Wurzelfasern unüberwindliche Hindernisse entgegensetzt, — ein solcher Thon ist ebenso wenig culturfähig, wie der Flugsand, welcher so wenig Bindigkeit hat, daß er von jedem Winde fortgeführt wird und nicht im Stande ist, die Feuchtigkeit längere Zeit in sich zu bewahren und der wachsenden Pflanze dieselbe stets nach Bedürfniß darzubieten; auch der reine Kalk verhält sich wenig anders als der unvermischte Quarzsand in physikalischer wie in chemischer Hinsicht, auch er vermag nicht für sich allein eine fruchtbare Ackerkrume zu erzeugen.

Der **Kalk** kommt fast niemals für sich im reinen Zustande vor, fast alle Sorten desselben sind mit größeren oder geringeren Quantitäten von Thon vermischt und alle erzeugen daher einen lehmigen Kalkboden, der in Folge seines Thongehaltes auch von auflöslichen alkalischen Salzen durchdrungen ist, welche stets mit dem Thon zusammen auftreten. Selbst die **Schreibekreide**, die eine der reinsten Varietäten des Kalksteins ist, enthält immer geringe Mengen von Thon; die Schreibekreide kann aber auch wegen ihrer großen Zertheilung, wegen ihrer Porosität, wie es scheint, den Thon in physikalischer Hinsicht theilweise ersetzen; sie giebt dem Boden eine größere wasserhaltende Kraft und gestattet aus diesem Grunde die Ansammlung einer oft

bedeutenden Menge von Humus, wodurch die Bindigkeit des Bodens erhöht, die Menge der zurückgehaltenen Alkalisalze vermehrt wird; dieser Eigenschaft ist es zuzuschreiben, daß man zuweilen die Kreidefelsen mit schönen Laubwaldungen überzogen, mit fruchtbaren Saatfeldern bedeckt sieht, namentlich wo die Nähe des Meeres durch seine Wasserausdunstung der geringen wasserhaltenden Kraft zu Hülfe kommt, obgleich die Mischung des Bodens eigentlich nur für kaliarme und auf einem trocknen Terrain gedeihende Pflanzen geeignet erscheint. Noch mehr wird die Fruchtbarkeit des Bodens erhöht, wenn auf der Oberfläche der Kreideberge eine Mischung des Kalkes mit thonigen Massen stattgefunden hat, wie man auf den Kreidefelsen der Insel Rügen und Möen, sowie am Stevensklint auf Seeland bemerkt. Die kalkigen Gesteine scheinen überhaupt, ungeachtet ihres oft geringen Gehaltes an alkalischen Verbindungen, dennoch dem Wachsthum der Laubhölzer und der der blattreichen Futterkräuter günstig zu sein, wie man namentlich in einem ausgezeichneten Grade auf der ganzen in Süddeutschland und Frankreich in so großer Ausdehnung auftretenden Formation des weißen oder oberen Jurakalkes bemerkt. Dieses Verhalten des Kalksteines scheint mehr in seiner physikalischen als in seiner chemischen Beschaffenheit begründet zu sein und namentlich mit der Eigenschaft des Kalkes in Verbindung zu stehen, die Feuchtigkeit aus der Atmosphäre zu absorbiren und die einmal aufgenommene Feuchtigkeit mit großer Hartnäckigkeit zurückzuhalten, welche Eigenschaft dem Kalkboden selbst bei anhaltender Trockenheit immer einen milden, feuchten Zustand bedingt. Der Ur- und Uebergangskalk enthält nicht unbedeutende Mengen von Thon, der Zechstein ist ebenfalls ausgezeichnet durch das Vorkommen des Thones, noch mehr aber der Muschelkalk in seinen unteren Schichten, in dem sogenannten Wellenkalke und nicht weniger auch der untere oder braune Jura, welcher zuweilen 20 und selbst 40—50 Proc. Thon enthält, dagegen der Kreidekalk, sowie die neuesten tertiären Kalkbildungen in der Regel wieder ärmer an dieser Substanz sind, niemals aber, wie schon gesagt, dieselbe gänzlich entbehren. Der Kalk ist bekanntlich, wo er als Kalksand auftritt oder im ganz fein zertheilten Zustande die Ackerkrume durchdringt, ein in physikalischer Hinsicht außerordentlich günstig wirkender Bestandtheil, während er auch in chemischer Hinsicht unmittelbar als mineralisches Nahrungsmittel verwendet wird, oder durch seine zersetzende Einwirkung auf den Thon sowohl die in demselben gebundene Kieselsäure, wie auch die von demselben zurückgehaltenen Alkalisalze in den freien, auflöslichen und von der Pflanze aufnehmbaren Zustand überführt. Wie der Kalk in der Form eines fein zertheilten Pulvers in physikalischer Hinsicht den Thon in der Ackerkrume zum Theil zu ersetzen vermag, so besitzt er als gröberer Kalksand in noch höherem

Grade die Fähigkeit, die Stelle des Quarzsandes zu vertreten, er giebt dem Thone größere Auflockerung, bedingt ihm eine höhere wärmehaltende Kraft und macht daher seinen nassen Zustand dem Wachsthum der Pflanzen weniger schädlich, welches um so nothwendiger ist, wenn, wie es namentlich in höher gelegenen Gegenden oftmals der Fall ist, ein solcher Boden durch einen großen Reichthum an Humus sich auszeichnet und fast gänzlich frei ist von Quarzsand; ein solcher lehmiger Kalkboden vermag, wie das oben angeführte Beispiel der Ackererde von der schwäbischen Alp beweist, oft noch schöne Getreideernten zu produciren, Laubhölzer zu ernähren und verschiedene Kleearten in üppiger Vegetation gedeihen zu lassen, während die hohe, schon kalte Lage unter anderen Umständen, besonders der Entwickelung der letzteren feindlich entgegentreten würde. Der kalkhaltige Boden ist gewöhnlich reich an Humus, geeignet zur Erzeugung der verschiedensten Culturpflanzen, namentlich auch der Blattfrüchte, wie Erbsen, Klee, Esparsette, Luzerne ꝛc., weil er bei leichter Erwärmung, hinreichender Lockerheit, eine bedeutende wasserhaltende Kraft und oft auch einen durchlassenden Untergrund besitzt. Von allen Kalkformationen scheint der Muschelkalk den fruchtbarsten Boden zu liefern; er begünstigt vor allen anderen Gesteinen die Bildung einer tiefen vermögenden, lockeren, warmen und doch hinreichend feuchten Ackerkrume und in Folge dieser Bodenbeschaffenheit das üppige Gedeihen der werthvollsten aller Futterpflanzen, der Luzerne. Es giebt im südlichen Deutschland Orte im Muschelkalk-Terrain, wo reichliche Ernten fast ohne allen Dünger producirt werden können, wo man eine Reihe von Jahren Cerealien und Handelsgewächse anbaut und die dadurch erschöpfte Kraft dem Boden durch die Kultur der Luzerne, welche hier in kürzester Zeit auf den Acker wiederkehren kann, zurückerstattet. — Eine wichtige und in praktischer Hinsicht überaus günstig wirkende Eigenschaft des Kalkbodens ist hier noch zu erwähnen, nämlich das leichte Zerfallen desselben zu einem lockeren Pulver unter dem Einfluß des Temperaturwechsels, in Folge des Frostes oder oft schon bei dem allmäligen Austrocknen. Diese wichtige Eigenschaft kommt besonders dem sogenannten Mergelboden zu und scheint durch ein eigenthümliches schiefriges oder blätteriges Gefüge bedingt zu sein; derartige Bodenarten können in jedem Zustande bearbeitet werden, und oft wenn sie nach dem nassen Pflügen auch schmierig und zähe erscheinen, so zerfallen sie doch schon nach wenigen Tagen zu einer körnigen oder bröcklichen lockeren Masse, wie man besonders ausgezeichnet bei dem Wellenkalke und einigen Keupermergeln bemerkt, während andere kalkhaltige Bodenarten diese Eigenschaften nicht besitzen und erst durch den Frost des Winters vollständig gepulvert werden.

Der Thon, wo er als Gebirgsart auftritt, sei es als Thonschiefer,

Thonstein, Letten oder Thonlager, enthält stets für die auf seiner Oberfläche entstehende Ackerkrume eine reichliche Quelle natürlicher Fruchtbarkeit, theils durch seinen Kaligehalt (1 bis 4 Proc.), theils dadurch, daß er die Ansammlung von Humus begünstigt. Der Thonschiefer hat eine bedeutende Verbreitung auf der Erdoberfläche, er findet sich oft in höheren und niederen Gebirgen und erstreckt sich zuweilen bis in's ebene Land hinein. Der Thonschiefer bildet je nach seiner Zusammensetzung eine etwas verschiedene Ackerkrume; in seinen reinsten Varietäten giebt er zu der Entstehung eines höchst zähen, nassen, kalten, fast gänzlich der Cultur unfähigen Bodens Veranlassung; in der Regel jedoch enthält der Thonschiefer eine größere oder geringere Menge von feinen Quarzkörnern beigemengt, wodurch bei der Verwitterung die Zähigkeit des Thones etwas gehoben wird; ebenfalls wird die Consistenz vermindert durch den Gehalt einer oft nicht unbeträchtlichen Quantität von Kalkerde und Magnesia (6 Prc. und mehr), sowie dadurch, daß die Ackerkrume in den Thonschiefergegenden stets mit Stücken von hartem, noch nicht verwittertem Gestein gemengt ist, welche Steine manchmal in so bedeutender Menge auftreten, daß sie dadurch wiederum nachtheilig wirken und dem Eindringen der Ackerwerkzeuge großen Widerstand entgegensetzen; in passender Menge und Größe aber vorhanden geben sie, unterstützt von der gewöhnlich dunklen Farbe des Thonschiefers, dem Boden die Fähigkeit, durch die Sonne mehr erwärmt zu werden und die aufgenommene Wärme länger zurückzuhalten, Eigenschaften, welche das schnellere Austrocknen des sonst zu nassen und kalten Bodens begünstigen. Alles zusammengenommen, wird der Thonschiefer in der Regel einen vermögenden, reichen Boden bilden, der allerdings manchmal schwierig zu bearbeiten ist; die Fruchtbarkeit des Thonschieferbodens nimmt zu mit einer tieferen, wärmeren Lage, in welcher die Abhänge der Felsen zu der Anlage von Weinbergen sehr geeignet sind, wegen des großen Kaligehaltes des Gesteins und wegen seiner leichten und hohen Erwärmung durch das Sonnenlicht. In höherer, kälterer Lage werden jedoch oftmals die dem Pflanzenwachsthum günstigen Eigenschaften des Thonschieferbodens durch die nachtheiligen völlig aufgehoben und überwogen, und seine Culturfähigkeit erstreckt sich nicht so hoch in's Gebirge hinauf, als die des Kalk- und leichteren, aber wärmeren Sandbodens, um so weniger, wenn der Thonschiefer eine geringe Menge von Quarzkörnern, sowie von Kalk und Magnesia beigemischt enthält. Der Thonstein ist eine harte Thonmasse, welche in dem Steinkohlengebirge und auch in der Nähe von plutonischen Gesteinen zuweilen auftritt, und seine jetzige Beschaffenheit durch Einwirkung des Feuers auf den ursprünglichen Thon oder Thonschiefer erhalten hat; wo er sich nahe der Erdoberfläche vorfindet, bildet er einen den Ackerbau sehr begünstigenden Boden,

weil die schädlichen Eigenschaften des Thones durch die Gegenwart des mechanisch zertrümmerten, sandigen Gesteines verschwunden sind und dennoch der Thon durch seinen Gehalt an Alkalien die natürliche Fruchtbarkeit vermehrt. Der gewöhnliche Thon oder Lehm, welcher hinsichtlich der Zeit seiner Ablagerung zu den neuesten, den sogenannten tertiären und quaternären Gebilden der Erdrinde gehört, hat sehr abweichende Eigenschaften und auf die Fruchtbarkeit der Ackerkrume eine sehr verschiedene Wirkung, je nachdem er mehr oder weniger mit Sand und Kalk gemengt ist.

Der Sandstein findet sich wie der Thon und Kalk fast niemals völlig rein und unvermischt, obgleich dieses im höheren Grade manchmal der Fall ist, als bei anderen Gesteinsbildungen; die Körner des Sandsteins sind in der Regel durch ein kieseliges, thoniges, eisen- oder kalkhaltiges Bindemittel mit einander verbunden, und oftmals bestehen sie selbst aus Mineralien, welche bei ihrer Verwitterung zu der Entstehung neuer Thonmassen Veranlassung geben. Die angegebenen, für die Beschaffenheit der Ackerkrume günstig wirkenden Eigenschaften sind den älteren Sandsteinen in höherem Grade eigen, als den jüngeren, und jene bilden, namentlich in Gebirgsgegenden, oft eine noch fruchtbare Ackerkrume in Höhen, deren kalte Lage den Anbau des Thonschieferbodens nicht mehr gestattet, und zwar scheint dieses besonders bei den grobkörnigen, conglomeratartigen Sandsteinen der Fall zu sein, welche dem Boden eine große wärmehaltende Kraft gewähren, wogegen die geringe wasserhaltende Kraft in hoher, feuchter Gebirgslage nicht schädlich werden kann. Von den ältesten Sandsteinen ist der sogenannte Grauwacken- oder Uebergangssandstein häufig mit einer fruchtbaren Ackerkrume bedeckt; er enthält nicht allein wechselnde Quantitäten von Thon, sondern ist auch gewöhnlich ausgezeichnet durch einen Gehalt an Kalk, welcher oft auch in einzelnen Lagern, Nestern oder Schnüren sich ausgeschieden hat; außerdem trägt auch die meist dunkle Farbe dieses Sandsteins zu der Erhöhung der Fruchtbarkeit bei. Der alte rothe Sandstein, wie auch das rothe Todtliegende ist ebenfalls in Folge seines Thon- und oft auch Kalkgehaltes der Entstehung einer fruchtbaren Ackerkrume günstig, namentlich das letztere Gestein, welches häufig unter seinen Gemengtheilen Trümmer des rothen Porphyrs enthält, die bei ihrer Verwitterung Produkte liefern, welche das Wachsthum und Gedeihen der Pflanzen befördern. Die rothe Farbe dieser Sandsteine giebt Zeugniß von der vollständigen Oxydation des in denselben enthaltenen Eisens; die Gegenwart von Eisenoxydul kann daher in den betreffenden Bodenarten keinen nachtheiligen Einfluß ausüben; die dunkle rothe Färbung des Bodens erleichtert außerdem die Erwärmung durch das Sonnenlicht, dagegen können die häufig in sehr großer Menge vorhandenen

größeren oder kleineren Kiesel der Bearbeitung hinderlich werden oder sogar, wenn deren Menge in einzelnen Varietäten noch mehr zunimmt, einen sehr steinigten, nur wenig fruchtbaren Boden bilden. Im sächsischen Erzgebirge hat man die Erfahrung gemacht, daß das Rothliegende vorzugsweise den Futterbau, also die Blattbildung begünstigt, eine Erscheinung, welche in der Gegenwart einer großen Quantität von auflöslichen oder doch leicht in den auflöslichen Zustand übergehenden Alkalien ihre Ursache haben kann. Der Vogesensandstein ist ein ziemlich reines Kieselgebilde, welches nur wenig fruchtbare Ackererden zu liefern vermag und auf seiner Oberfläche meistens mit Nadelholzwäldern bedeckt ist. Aehnlich verhält sich auch der bunte Sandstein, welcher jedoch ein weniger festes Bindemittel enthält und daher leichter einen losen, sandigen und oft sehr feinkörnigen Boden bildet, gleichfalls wenig geeignet zu einem lohnenden Anbau der meisten Kulturpflanzen; zuweilen jedoch finden sich in diesem Gesteine Schichten von Thon und Mergel, welche, wenn sie in der Ackerkrume mit dem vorherrschenden Sande sich vermischen, die Fruchtbarkeit des letzteren beträchtlich erhöhen. Die Formation des Keupers ist ausgezeichnet durch das Vorkommen von sehr feinkörnigen Sandsteinen und von zahlreichen Lagern von Thonletten und Mergeln, welche mit jenen Sandsteinen in dünneren oder dickeren Schichten wechseln. Der Keuper hat in sich das Material zu der Bildung eines in physikalischer wie in chemischer Hinsicht ausgezeichneten Bodens, wie er auch in dem Alluvium des Keupers, in den diese Formation durchschneidenden Flußthälern auftritt. Gewöhnlich aber hat in den Keuperterrains eine derartige Vermischung verschiedener Schichten nicht stattgefunden und in diesem Falle ist die Fruchtbarkeit des Ackerbodens keine große: entweder nämlich hat sich ein überaus feinkörniger, flugsandartiger Boden gebildet, der nur Nadelhölzer zu ernähren vermag, oder es ist ein zäher Thonboden entstanden, der gleichfalls einer lohnenden Kultur viele Hindernisse entgegenstellt; nur wo die Mergelschichten zu Tage ausgehen, findet man günstige Bodenverhältnisse. Der feinkörnige Sand des Keuperbodens bedingt sehr häufig die Eigenschaft, bei einem starken Regen zusammenzuschwimmen und auf der Oberfläche eine harte Kruste zu bilden, wodurch das Austrocknen und die Erwärmung des Bodens sehr gehindert ist; außerdem ist auch die große Feinheit des Kornes die Ursache, weshalb diese Bodenarten eine sehr große wasserhaltende Kraft und namentlich die Eigenthümlichkeit besitzen, nur sehr langsam die Feuchtigkeit in den Untergrund versinken zu lassen, so daß sogar die Drainage zuweilen ihre günstige Wirkung versagt. Die Eigenschaft des Zusammenschwimmens haben diesen Bodenarten in Würtemberg einen besondern Namen verschafft; man nennt sie nämlich Schleißböden, welche ebenfalls sehr häufig in dem Terrain

des Liassandsteins auftreten und in ihrem Vorkommen für den letzteren fast noch charakteristischer sind, als für den Keupersandstein. Eine geringe Beimischung von Keupermergel ist im Stande, die Eigenschaft des Schleißens in den genannten Bodenarten aufzuheben.

Das Sandsteingebilde der Kreideformation, der sogenannte Grünsand, enthält allerdings eine geringe Menge Thon unter seinen Bestandtheilen; es ist dieselbe aber schon ausreichend, um der dieses Gebilde bedeckenden Ackerkrume den nöthigen Grad der Bindigkeit und von wasserhaltender Kraft mitzutheilen. Die Erscheinung, daß die Grünsand-Terrains vorzugsweise häufig mit einer üppigen Vegetation geschmückt sind, ist auch dadurch erklärlich, weil dieses Gestein in den ihm beigemengten grünen Partikelchen oft eine bedeutende Menge von Phosphorsäure, Kalk und Kali enthält, welche Substanzen dem Boden einen hohen Grad natürlicher Fruchtbarkeit gewähren müssen. Der Quadersandstein, ein dem Grünsande im Alter fast parallel stehendes Gebilde, enthält noch weniger Thon beigemischt, bisweilen sogar besteht er aus fast reinem Quarzsande; er vermag daher auf seinem Plateau meist nur Nadelhölzer gedeihen zu lassen und andere Pflanzen, welche wenig Kali in sich aufnehmen und eine nur geringe wasserhaltende Kraft des Bodens erfordern; in den Thälern jedoch, welche das Terrain des Quadersandsteines durchschneiden, entwickelt sich eine üppige Vegetation, sie sind bedeckt mit herrlichen Fluren, indem hier die oft tiefe Ackerkrume von den lehmigen, aus dem Gesteine nach und nach ausgeschlämmten Substanzen gebildet worden ist, verbessert durch die Ablagerung des aus fernen Gegenden herbeigeführten Flußschlammes, während die geschützte Lage, die Wärme, welche der umgebende Sandstein von der Sonne absorbirt und dem Erdboden mittheilt, und endlich ein durchlassender Untergrund nicht wenig zu der Erhöhung der Fruchtbarkeit dieser Gegenden beitragen. Die tertiären Sandsteine und losen Sandlager, welche einen großen Theil des flachen Landes bedecken, bieten unter verschiedenen Umständen und Verhältnissen zu große Abweichungen hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Beschaffenheit der Ackerkrume dar, als daß sie hier im Allgemeinen eine nähere Charakteristik gestatteten.

Eine Reihe von interessanten Versuchen über die natürliche Ertragsfähigkeit von Gesteinen verschiedenen Alters verdanken wir dem englischen Chemiker Daubeny. Die Versuche wurden in der Weise angestellt, daß eine hinreichende Menge des reinen, unverwitterten Gesteins gröblich gepulvert und damit gleich große Kasten von etwa 2 Fuß Tiefe und mehreren Quadratfuß Oberfläche angefüllt wurden. An reinem Sand wurde so viel dazu gemischt, als für die geeignete Consistenz behufs der Vegetation erforderlich schien. Dann wurde ein bestimmtes Gewicht Gerste, deren Asche und

namentlich Phosphorsäure vorher ermittelt war, eingesäet und zwar 1852 und 1853 in jedem Kasten 120 Grm. (mit 3,5 Grm. Asche und 1 Grm. Phosphorsäure), 1854 nur 15 Grm. Die Absicht war zunächst, zu erfahren, in welchem Grade verschiedene Gesteine fähig seien, Phosphorsäure an die wachsenden Pflanzen abzugeben; das betreffende Material wurde den folgenden jüngeren und älteren Formationen entnommen:

1. Kalk aus der Nachbarschaft von Brighton, Sussex;
2. Sand aus dem kalkigen Kies von Headington bei Oxford;
3. Oolithischer Kalk von dem Abhange der Cotswold-Hügel bei Cirencester, Glouvestershire;
4. Neuer rother Sandstein von Haffield bei Ledbury, Herefordshire;
5. Reiner Dolomit aus der Magnesiakalkstein-Formation von Roche-Abtei, Derbyshire;
6. Schiefer von Dolgelly aus den silurischen Schichten, anscheinend frei von organischen Resten;
7. Thonschiefer vom Fuß des Skiddam, Cumberland, ebenfalls den ältesten Uebergangsschichten angehörend;
8. Schiefer aus den Brüchen von Nant Frangon bei Bangor;
9. Schiefer aus den Brüchen von Llanberris bei Bangor, beide ganz frei von organischen Resten;
10. Glimmerschiefer von Loch Lomond bei Glasgow, ebenfalls frei von organischen Resten;
11. Zur Vergleichung diente ein Versuch mit fruchtbarer Erde aus dem Oxforder botanischen Garten, dessen Boden aus durch die Kultur verändertem Oxford-Thon besteht.

In den Jahren 1852 und 1853 wurde keine der Bodenarten gedüngt; im Jahre 1854 aber den Schiefern von Dolgelly und Skiddam eine gleiche Menge von phosphorsaurem Kalk und salpetersaurem Natron zugesetzt; auch die beiden Walliser Schiefer wurden 1854 sowohl gedüngt als ungedüngt dem Versuche unterworfen. Bei den in der Tabelle*) bezeichneten Mengen der in den Ernten enthaltenen Asche ist die mit dem angewendeten Samen zugeführte Quantität der Gesammtasche und der Phosphorsäure in Abzug gebracht worden.

*) Die Zahlen in der Tabelle sind hier unverändert nach dem englischen Original mitgetheilt, dagegen anstatt des englischen Graingewichtes das französische Grammgewicht gesetzt worden. Die Zahlen sind daher mit 15½ zu dividiren, um die in den Versuchen direkt gefundenen Gewichtsmengen in Grammen auszudrücken, welche Reduktion unterlassen wurde, da es hier nur auf das gegenseitige Verhalten der verschiedenen Gesteine ankommt. Zu jedem Versuche diente eine Quantität des Gesteins von 30 Kil.; die obigen Zahlen beziehen sich daher auf 30 × 15½ = 465 Kil. des betreffenden Gesteins.

Gesteinsart.	Jahr des Versuches.	Ernteerträge. Körner.	Hierin Asche.	Stroh.	Hierin Asche.	Gesammtasche.	Hierin Phosphorsäure.
		Grm.	Prc.	Grm.	Prc.	Grm.	Grm.
1. Kalk von Brighton	1852	327	2,11	1233	6,35	80,5	2,38
	1853	267	3,00	630	8,00	59,0	2,47
2. Sand von Headington . . .	1852	175	2,85	665	9,4	63,5	1,52
	1853	396	3,02	1680	7,55	139,5	5,55
3. Oolith-Kalkstein von Cirencester	1852	142	2,4	698	7,7	54,0	0,97
	1853	370	3,5	920	8,6	88,5	4,1
4. Rother Sandstein von Ledbury	1852	769	2,68	1991	8,0	176,0	7,73
	1853	410	3,78	1250	8,4	116,1	6,40
5. Dolomit von Roche-Abtei . .	1852	227	2,42	793	6,85	56,0	1,47
	1853	496	3,46	1470	9,80	156,8	6,53
6. Glimmerschiefer	1854	60	2,16	342	6,80	29,16	0,57
7. Bangor-Schiefer, ungedüngt	1854	75	2,9	294	6,1	19,76	0,84
„ „ gedüngt .	1854	330	2,1	1222	5,8	67,66	1,72
8. Llanberris-Schiefer, ungedüngt	1854	4	5,0	27	8,5	2,06	—
„ „ gedüngt	1854	164	2,86	466	6,5	32,06	1,03
9. Dolgelly-Schiefer, ungedüngt .	1852	184	2,70	836	6,5	56,0	1,47
„ „ „ .	1853	138	1,60	155	11,4	16,4	0,05
„ „ gedüngt .	1854	330	2,87	448	5,8	35,06	1,61
10. Skiddam-Schiefer, ungedüngt .	1852	290	2,62	910	7,5	72,1	1,20
„ „ „ .	1853	128	2,2	150	9,9	14,1	—
„ „ gedüngt .	1854	350	2,88	537	6,3	43,76	1,94
11. Erde aus d. botanischen Garten	1852	428	2,88	1132	10,3	133,0	3,9
„ „ „ „ „	1853	591	2,88	1730	10,3	191,5	8,1
„ „ „ „ „	1854	565	2,83	1695	5,9	115,56	4,52

Während der Jahre 1852 und 1853 waren von den genannten Gesteinsböden keiner gedüngt, und doch bemerkte man, daß die in ihnen gewachsenen Pflanzen einen Theil Phosphorsäure ausgezogen hatten, aber eine sehr wechselnde und im Allgemeinen geringe Menge, verglichen mit den in dem Boden des botanischen Gartens gewachsenen Pflanzen. Aber das Resultat des zweiten Jahres schien anzudeuten, daß der frühere Mangel an Phosphorsäure nur von der Unlöslichkeit derselben oder von der Unzersetztheit des Gesteins herrührte. Innerhalb eines Jahres begann die Zersetzung des Gesteins, und während z. B. der oolithische Kalk 4,1 Grm. Phosphorsäure, der Dolomit 6,53 Grm., der Headington-Kies 5,55 Grm. lieferten, gaben der Schiefer von Dolgelly nur 0,05 Grm. und der von Skiddam gar nichts ab. Von den beiden Walliser Schiefern aus Bangor gab im ersten Jahre der eine 0,8 Grm., der andere gar keine Phosphorsäure ab. Der Glimmerschiefer schien nur fähig, 0,6 Grm. Phosphorsäure an die Pflanze zu liefern.

Die sehr bedeutende Erhöhung der Erträge nach der Düngung mit phosphorsaurem Kalk und salpetersaurem Natron beweist hinlänglich, daß kein mechanisches Hinderniß dem Wachsthum der Gerste entgegenwirkte und außerdem, daß in den betreffenden Gesteinen im Verhältniß zu der Menge der Phosphorsäure und des Stickstoffes ein beträchtlicher Ueberschuß an löslichen Alkalien und an Kieselsäure enthalten war. Es wäre von Interesse gewesen, in den obigen Gesteinen auch die Wirkung einer ausschließlichen Stickstoffdüngung, z. B. irgend eines Ammoniaksalzes, zu prüfen; die Menge der in den Gesteinen enthaltenen und von den Pflanzen aufnehmbaren Phosphorsäure wäre dann, wie ich glaube, noch bestimmter und schneller nachgewiesen worden.

Man ersieht aus den Vegetationsversuchen, daß von allen angewendeten Gesteinen entschieden der rothe Sandstein von Ledbury die größte natürliche Fruchtbarkeit besaß, daß aber alle übrigen secundären Gesteine demselben schon im zweiten Versuchsjahre an Ertragsfähigkeit fast gleich kamen. Während in allen secundären Gesteinen mittelst der wachsenden Pflanzen die gewöhnliche Menge Phosphorsäure zu entdecken war, zeigte sich eine entschiedene Abwesenheit derselben in den aus den untersten Schichten der silurischen oder cambrischen Uebergangsformation entnommenen Gesteinen. Das Material war an vielen, oft weit von einander entfernten Localitäten gesammelt, aus England, Schottland und Wales, der Bangor-Schiefer aus allen Theilen des ausgedehnten Steinbruchs. Das Pulver des letzteren war möglichst innig durch einander gemischt, um eine mittlere durchschnittliche Zusammensetzung des Gesteins im Boden zu erhalten.

D. Die klimatischen Verhältnisse und deren Bedeutnng für das Pflanzenleben.

a. Allgemeine Bedingungen klimatischer Verschiedenheit.

Das Klima eines Landes ist abhängig von der mittleren Temperatur des Jahres, wie der Jahreszeiten und der einzelnen Monate, ferner von dem Gehalte der Luft an Feuchtigkeit oder der jährlich fallenden Regenmenge und der Quantität, in welcher sie auf verschiedene Zeiten des Jahres vertheilt ist, endlich von der vorherrschenden Richtung der Winde.

1. Die Wärme. Die Vertheilung der Wärme über die Erdoberfläche ist von dem wesentlichsten Einfluß auf die Entwicklung des organischen Lebens. Die tropische Natur bringt ganz andere Organismen hervor, als sie in den gemäßigten Zonen auftreten, und hier ist wiederum die lebendige Welt sehr verschieden von derjenigen, welche den kalten Zonen des Erdballs eigenthümlich ist. Ganz besonders muß die an eine kleine Scholle Landes unbeweglich

gebundene Pflanze den Einwirkungen der verschiedenen Temperaturverhältnisse unterworfen sein; wo die mittlere Temperatur des Jahres an einem Orte von derjenigen einer anderen Gegend nur um 1°, ja sogar um ½° abweicht, sehen wir in Folge dieser Temperaturverschiedenheit oftmals die Vegetation wesentliche Veränderungen erleiden, und Pflanzen, welche dort in üppiger Fülle sich entwickeln, hier gänzlich verkümmern und verschwinden, während dagegen andere an deren Stelle treten. Wenn die ganze Oberfläche der Erde gleichmäßig und bis zu derselben Tiefe mit Wasser bedeckt wäre, oder wenn die Vertheilung des festen Landes überall auf der Erde ganz gleichförmig wäre, auf der nördlichen wie auf der südlichen, auf der östlichen, wie auf der westlichen Halbkugel, wenn dieses trockne Land überall dieselben Umrisse besäße und gleichgestaltet wäre, wenn es überall gleich hoch über die Oberfläche des Meeres sich erhöbe und von gleicher Gesteinsbeschaffenheit wäre, — so würde im Allgemeinen die mittlere Temperatur des Jahres in der Weise regelmäßig eine niedrigere werden, als man von dem Aequator der Erde sich entfernt, den Polen sich nähert, und Orte, welche in gleicher geographischer Breite zwischen Aequator und Pol liegen, müßten auch ein gleiches Klima haben, indem die Sonnenstrahlen dann, je nach ihrem mehr oder weniger schrägen Einfallen, nach einem einfachen Gesetze verschiedene, aber überall in gleichen Breiten dieselben Wirkungen auf die Erdoberfläche äußern würden. Da die plastische Gestaltung der Erdoberfläche aber eine sehr verschiedenartige ist, so sehen wir aus diesem Grunde auch die klimatischen Verhältnisse, oder zunächst die mittlere Temperatur des Jahres unter denselben Breitengraden vielfachen und bedeutenden Abweichungen unterworfen. So fällt z. B. der Wärmeäquator, oder die Linie, welche die heißesten Punkte der Erdoberfläche mit einander verbindet, keineswegs mit dem Erdäquator zusammen, sondern liegt zum größten Theile nördlich von dem letzteren und bezeichnet eine mittlere Jahrestemperatur von beinahe + 28° C.; die Linie, welche die Punkte verbindet, deren mittlere Temperatur + 15° C. ist, geht durch Neu-Californien gegen die Azoren und erreicht Europa an der Gränze von Spanien und Portugal, geht dann durch den römischen Staat nach dem kaspischen Meere, senkt sich hierauf nach Süden und erreicht Asiens Ostküste bei der Insel Niphon. Die Jahrestemperatur von + 10° C. geht von der Westküste Amerika's in New-Albion nach New-York (41° nördl. Breite), hebt sich dann nördlich und erreicht ihre größte Breite bei London (52° nördl. Breite), zieht sich von da bei Frankfurt (50° nördl. Br.) und Wien (48°) vorbei gegen Astrachan (46°) und erreicht in der Wüste Schamo (42° nördl. Br.) ihren südlichsten Scheitelpunkt. Diese Linien gleicher Jahreswärme oder Isothermen haben im Allgemeinen zwei nördliche und zwei südliche Scheitelpunkte,

von denen die beiden letzteren im östlichen Nordamerika und im Innern von Asien liegen, die ersteren dagegen durch die Westküsten von Europa und Amerika bezeichnet werden. Europa also und das westliche Amerika sind in gleichen Breiten in der Regel bedeutend wärmer als das östliche Amerika und besonders das innere Asien. Ebenso ist weder in der alten noch in der neuen Welt die Wärmeabnahme der zunehmenden geographischen Breite proportional; sie ist vielmehr zwischen 40° und 50° nördlicher Breite ungleich bedeutender, als weiter südlich in der Nähe des Aequators, und weiter nördlich, den Polen zu. „In beiden Welten," sagt Humboldt, „liegt die Zone, in welcher die mittlere Temperatur am schnellsten abnimmt, zwischen den Parallelen von 40° und 50°. Dieser Umstand muß einen günstigen Einfluß auf die Bildung und den Kunstfleiß der Völker haben, welche in der Nähe dieses Gürtels wohnen. Es ist der Punkt, wo die Region des Weinstocks an die des Oliven- und Citronenbaumes gränzt. Nirgends auf der Erde findet man von Süden nach Norden eine merklichere Abnahme der Temperaturen, nirgends folgen die Erzeugnisse des Pflanzenreiches und die mannichfaltigen Gegenstände des Ackerbaues schneller auf einander. Die große Verschiedenheit in den Erzeugnissen der Gränzländer belebt den Handel und vermehrt den Gewerbfleiß der ackerbauenden Völker."

Ungleich wichtiger für die Entwicklung der Vegetation, als die Jahrestemperatur, ist die mittlere Wärme der einzelnen Jahreszeiten, ja der verschiedenen Monate selbst. Der Wechsel der Temperatur und deren Abweichungen in den verschiedenen Jahreszeiten, sowie die damit im engen Zusammenhange stehende Zunahme oder Abnahme der Tageslänge wird mit der Entfernung vom Aequator immer auffallender. Während zwischen den Wendekreisen gleichsam das ganze Jahr hindurch Sommer ist, findet man in Frankreich und dem südlichen Deutschland jenen schönen gleichmäßigen Uebergang der Extreme in einander durch Frühling und Herbst; in Ost-Preußen ist der Frühling schon sehr kurz, aber weiter nach Norden fehlt er ganz. Unter dem Aequator selbst ist der Tag und die Nacht das ganze Jahr hindurch gleich, Tag wie Nacht stets 12 Stunden lang, und hier kann daher in den verschiedenen Jahreszeiten auch kein bedeutender Wechsel der Temperaturverhältnisse stattfinden, weil die Wärmemenge, welche während des Tages von der Sonne der Erde zugeführt wird, das ganze Jahr eine fast gleich große bleibt, ebenso wie der Verlust an Wärme, welchen die dortigen Gegenden durch Ausstrahlung, durch Abkühlung während der Nacht erleiden, in allen Zeiten des Jahres ein gleichmäßiger sein muß. In höheren Breiten jedoch wird in den kurzen Wintertagen durch die sehr schräg einfallenden Sonnenstrahlen eine nur geringe Wärmemenge dem Erdboden zugeführt und eine be-

deutende Temperaturerniedrigung durch die ungleich größere Wärmeausstrahlung während der langen Nächte hervorgebracht; während des Sommers wird dagegen durch die längere Dauer des Tages der Verlust an Wärme wieder ersetzt, welcher durch die geringere Intensität der schräger, als in südlicher gelegenen Ländern, einfallenden Sonnenstrahlen bedingt ist. Daher kommt es, daß sehr nördlich gelegene Gegenden oftmals eine nur wenig geringere mittlere Sommerwärme besitzen, als wie sie den unter ungleich südlicheren Breitengraden befindlichen Orten eigenthümlich ist; nur ist es natürlich, daß die Wärme im Norden wegen der kürzeren Dauer des Sommers auch auf eine weit kürzere Zeit concentrirt ist, als im Süden, so daß die Vegetation dort zuweilen in dem Zeitraum von 3 Monaten alle die verschiedenen Phasen des Pflanzenlebens, des Keimens, Wachsens, Blühens und Reifens durchlaufen muß, wozu derselben in den südlicheren Ländern die weit längere Dauer von 5—7 Monaten eingeräumt ist. Es erhebt sich an heißen Sommertagen die Temperatur z. B. in Petersburg oft sehr hoch, zuweilen bis auf + 30°, während dagegen im Winter auch die Temperatur wiederum sehr tief herabsinkt und so mit der großen Verschiedenheit der Jahreszeiten eine ungleich niedrigere Jahreswärme hervorbringt, als dies bei der mehr gleichförmigen Wärmevertheilung südlicherer Striche der Fall ist. Die Westküste des südlichen Theiles von Norwegen, Dänemark, ein Theil von Böhmen und Ungarn, Siebenbürgen, Bessarabien und die Südspitze der Halbinsel Krim haben gleiche mittlere Wintertemperatur von 0°; Böhmen hat aber einen gleich warmen Sommer mit dem Ausflusse der Garonne, und in der Krim ist der Sommer noch weit wärmer. Dublin hat eine gleiche mittlere Wintertemperatur, nämlich 5°, mit Nantes, Oberitalien und Constantinopel und gleiche mittlere Sommerwärme mit Drontheim und Finnland. Die Orte, welche auf der Linie liegen, die sich von dem Ausflusse der Garonne ungefähr über Straßburg und Würzburg nach Böhmen, der Ukraine, dem Lande der Donischen Kosacken hinzieht und etwas nördlich am Caspischen Meere vorbeigeht, haben die gleiche mittlere Sommerwärme von 20°; dagegen ist die Wintertemperatur derselben Orte gar sehr verschieden: an der Westküste von Frankreich ist sie + 5°, in Böhmen 0°, in der Ukraine — 5° und etwas nördlich vom Caspischen Meere gar — 10°.

Fast ohne Ausnahme ist für ganz Deutschland der Januar der kälteste Monat, der Juli der heißeste, und fast ebenso regelmäßig fällt die mittlere Jahrestemperatur in die letzte Hälfte des Aprils und des Octobers. Vom Januar nimmt die Lufttemperatur langsam bis zum März zu, steigt dann rasch bis zum Juni und erhält sich mit einer mäßigen Steigerung im Juli auf derselben Höhe bis zum September, um von da in gleichmäßig raschem

Fallen zum tiefsten Stande des Januar zurückzukehren. Ueberblickt man die Jahresmittel, so sind sie trotz des beträchtlichen Unterschiedes der geographischen Breite zwischen Nord- und Süddeutschland auffallend gleich (ungefähr 9°—10°), indem der Einfluß der niedrigeren Breite für Süddeutschland durch eine durchgängig bedeutendere Meereshöhe beinahe ausgeglichen wird (Schmidt).

An mehreren Orten Sibiriens, z. B. in Jakuzk, wo die mittlere Jahrestemperatur — 9,7° ist, die mittlere Wintertemperatur aber — 38,9° und die mittlere Sommerwärme + 17,2° beträgt, gedeiht während des kurzen, aber heißen Sommers Weizen und Roggen auf einem Boden, welcher in einer Tiefe von 3 Fuß beständig gefroren bleibt, während auf der Insel Island, bei ungleich höherer Jahrestemperatur (+ 4°) und bei einer unbedeutenden Winterkälte (— 1,6°) Cerealien nicht mehr gebaut werden können, weil die niedrige Sommertemperatur nicht hinreicht, sie zur Reife zu bringen. Im nordöstlichen Irland, wo im Winter kaum Eis friert, in gleicher Breite mit Königsberg, gedeiht die Myrthe so kräftig wie in Portugal, auf den Küsten von Devonshire überwintert die Camellia und Fuchsia im Freien; der Winter in Plymouth ist nicht kälter als in Florenz und Montpellier; der Weinbau gedeiht aber nicht in England, weil die Rebe wohl eine ziemlich starke Winterkälte vertragen kann, aber eines heißen Sommers bedarf, wenn die Trauben reifen und einen trinkbaren Wein liefern sollen. In Astrachan, welches mit dem Nordcap gleiche Winterkälte hat, reifen die herrlichsten Trauben. Ungarn bringt ausgezeichneten Wein hervor, obgleich seine Winter kälter sind als im nördlichsten Schottlande, wo kein Obstbaum mehr gedeiht, ja selbst kälter als auf den Faröerinseln, wo auch die Buche und die Eiche nicht mehr fortkommt (Pouillet-Müller). Ein Land, welches das ganze Jahr hindurch + 10° Wärme hätte, würde nur wenige Pflanzen zur Reife bringen, während bei derselben mittleren Temperatur und einer mittleren Sommerwärme von 21° und einer mittleren Winterkälte von — 3°, z. B. in Wien, eine sehr üppige Vegetation herrschen kann.

Die hier angedeuteten, oftmals so beträchtlichen Verschiedenheiten, welche an einem bestimmten Orte die mittlere Temperatur des Jahres, wie auch besonders diejenige des Sommers in ihrem Gegensatze zu der Kälte des Winters, unter einem und demselben Breitengrade zeigt, können durch mancherlei Ursachen bedingt sein. Die ungleiche Vertheilung des trocknen Landes auf der Erdoberfläche bewirkt auch eine ungleiche Erwärmung der verschiedenen Striche durch die Sonne; die Folge davon ist das Entstehen verschiedener Strömungen in der Luft und im Wasser, deren Richtung wieder durch die Umdrehung der Erde um ihre Axe, wie durch die äußeren

Umrisse der Länder und die Form, Richtung und Erhebung der in ihnen auftretenden Gebirgszüge bestimmt und mannigfach modificirt wird. Der sogenannte *Golfstrom* führt das bis zu einer Temperatur von 31° erwärmte Meerwasser aus dem mexikanischen Meerbusen heraus, fließt anfangs längs den amerikanischen Küsten, um sich dann mit stets zunehmender Breite und abnehmender Temperatur östlich nach Europa zu wenden; dieser Strom wärmeren Wassers, dessen Temperatur noch zwischen dem 45. und 50. Breitengrade selbst im Januar nicht unter 10°,7 bis 9° sinkt, ist namentlich bei den vorherrschenden Südwestwinden, die Ursache, daß die Westküsten von Irland und Norwegen mit einer außerordentlich hohen Temperatur des Jahres beglückt sind, welche auch auf die der übrigen Länder Europa's einen günstigen Einfluß ausübt. Das verhältnißmäßig warme Klima Europa's wird außerdem durch den Umstand verursacht, daß sich *im Süden von Europa nicht ein Meer, sondern ein festes zusammenhängendes Land, nämlich Afrika*, befindet, welches unter dem Einfluß der fast senkrecht auffallenden Sonnenstrahlen, und der großentheils kahlen, sandigen Beschaffenheit seiner Oberfläche, außerordentlich heiß werden muß, und zu der Entstehung eines heißen Luftstromes Veranlassung giebt, welcher von jenen Sandwüsten sich erhebend, über Europa sich ausbreitend wiederum herabsinkt. Von besonders wichtigem Einfluß ferner auf die Beschaffenheit des europäischen Klimas ist die *Gestalt der Meeresküsten* dieses Erdtheils; es sind dieselben nämlich fast allenthalben durch tiefe Meerbusen zerrissen, größere und kleinere Halbinseln bildend oder von zahlreichen Inseln umgeben; hierdurch wird in den meisten Ländern Europa's ein Klima bedingt, welches man ein *Seeklima* nennt, im Gegensatz zum *Landklima*, welches erstere besonders durch eine gleichförmigere Vertheilung der Wärme in den verschiedenen Jahreszeiten charakterisirt ist, so daß im Verhältniß zu der geographischen Breite die Hitze des Sommers gering, aber auch die Kälte des Winters gemäßigt erscheint. Das feste trockne Land wird leichter und stärker durch die Sonnenstrahlen erwärmt, aber erkaltet auch um so schneller, während die Temperatur des Wassers nicht so schnell steigt, aber auch weit langsamer wiederum fällt; je größer die Ausbreitung der Küsten eines Landes, je zahlreicher und tiefer die Einschnitte derselben sind, um so mehr muß das Land selbst den Charakter einer Insel annehmen, um so auffallender ist das Hervortreten des Seeklima's. Die Temperaturverhältnisse Schottlands z. B. sind gleichförmiger als die des Innern von Deutschland; manche Eigenthümlichkeiten des Landbaues eines bestimmten Landes werden erst bei Betrachtung der klimatischen Verhältnisse in ihrer Zweckmäßigkeit klar und einleuchtend. In der nördlichen gemäßigten Zone sind die Südwest- und die Nordostwinde

die vorherrschenden. Der Südwestwind kommt aus den Aequatorialgegenden und führt die Wärme der Tropen zum Theil nach den kälteren Ländern; dieser erwärmende Einfluß der Südwestwinde wird aber in solchen Ländern vorzugsweise merklich werden, welche der südwestlichen Luftströmung am meisten ausgesetzt sind, und somit erklärt sich, daß die Westküsten der großen Continente wärmer sind als die Ostküsten, daß die Linien gleicher Jahreswärme in Europa, welches eigentlich nur eine halbinselförmige Verlängerung des asiatischen Continents ist, und an den Westküsten von Nordamerika weiter nach Norden steigen als im Innern von Asien und an den Ostküsten von Nordamerika.

Den wichtigsten ändernden Einfluß auf die Gestaltung der Temperaturverhältnisse von Orten gleicher geographischer Breite, hat die Erhebung des Landes über die Oberfläche des Meeres; sie bedingt klimatische Verschiedenheiten oft zwischen einander nahe gelegenen Orten und innerhalb des Umkreises eines Landes von nur geringer Ausdehnung, und verursacht bei der Beurtheilung der Ertragsfähigkeit der Bodenarten die Nothwendigkeit einer Unterscheidung zwischen Gebirgsland und Flachland. Die Erwärmung der Luft hat zwei Ursachen. Die Luft absorbirt unmittelbar einen Theil der von der Sonne ausstrahlenden Wärme, den größten Theil ihrer Wärme erhält sie aber von unten her, von dem erst durch die Sonne erhitzten festen Boden; denn weil die Luft die Wärmestrahlen ungleich weniger absorbirt als die Erdoberfläche, so ist auch die direkte Erwärmung der Luft ungleich geringer, als die des Bodens. Die oberen Schichten der Luft sind bekanntlich kälter als die unteren; freilich steigt die erwärmende Luft fortwährend von der Erdoberfläche in die Höhe, mit ihrer Entfernung aber von dem Boden erleidet sie eine immer größere Ausdehnung, wodurch Wärme gebunden und also ihre Temperatur erniedrigt wird, eine Erscheinung, welche durch eine schnellere Verdunstung des Wassers in der verdünnten Luft, durch eine stärkere nächtliche Wärmeausstrahlung, wie durch verschiedene andern Ursachen noch auffallender wird. Die beträchtliche Wärmeausstrahlung auf den Bergen bewirkt hauptsächlich die große Verschiedenheit der Temperaturabnahme, wenn man frei von der Ebene in die Luft sich erhebt, oder wenn man von demselben Punkte aus nahe liegende Gebirge hinansteigt; im ersteren Falle scheint, Beobachtungen in Luftballons zufolge, die Temperatur mit einer Erhebung von ungefähr 1000 Fuß im Durchschnitt erst um 1° C. abzunehmen, dagegen auf Bergen diese Abnahme in der Regel um das Doppelte schneller erfolgt, so daß man für eine Erniedrigung der Temperatur um 1° C. ungefähr 5 — 600 Fuß Höhe berechnen kann. In den gemäßigten Zonen, wo die verschiedenen Jahreszeiten auf die Temperaturverhältnisse des Flachlandes bedeutenden Einfluß ausüben, ist die Temperaturabnahme in dem

Gebirge im Sommer schneller als im Winter, und am Tage beträchtlicher als während der Nacht. Die Gestalt oder die Configuration des Gebirges ist ebenfalls für die Beschaffenheit der auf demselben in verschiedenen Höhen beobachteten Temperaturverhältnisse von sehr großer Bedeutung; der Unterschied der am Tage und während der Nacht herrschenden Temperatur muß um so größer sein, je beträchtlicher die Masse des Gebirges selbst ist. Ein isolirter hoch in die Luft hineinragender Bergkegel oder ein Bergkamm wird die höheren Regionen der Atmosphäre nicht merklich erwärmen können, weil die Winde in jedem Augenblicke kalte Luftmassen an ihm vorbeiführen; eine Hochebene von bedeutendem Umfange aber wird unter dem Einflusse der Sonnenstrahlen stark erwärmt, indem sie von einer weniger dichten und weniger hohen Luftschicht bedeckt ist als die tieferen Gegenden, weil also die auffallenden Sonnenstrahlen durch Absorption in der Luft weniger Wärme verloren haben als die, welche zur Tiefe gelangen; eine Hochebene wird daher auch einen merklichen Einfluß auf die Erwärmung der höheren Luftregionen ausüben, welche über ihr schweben und eben wegen der größeren Ausdehnung des Plateau's längere Zeit mit dem erwärmten Boden in Berührung bleiben. Die Hochebene Peru's hat unter gleichen Breitengraden eine bedeutend höhere Temperatur als gleich hochliegende Punkte der mexikanischen Gebirge; auf der Hochebene von Tibet und in der chinesischen Tartarei wird in einer Höhe von beinahe 12,000 Fuß noch Weizen mit Erfolg gebaut, die Kultur der Gerste steigt noch weit höher hinauf, während auf dem südlichen Abhange des Himalaya, in den Thälern des Ganges schon in einer Höhe von etwa 9000 Fuß alle Kultur aufhört; ja selbst unter dem Aequator auf dem Plateau von Quito ist die Gränze der Kultur des Weizens um über 2000 Fuß niedriger als in den ausgedehnten Hochebenen von Tibet. Die Mitte der Hochebenen hat stets eine merklich höhere Temperatur als ihre Ränder, namentlich wenn diese Gebirgsbildungen eine große Ausdehnung besitzen.

Aus demselben Grunde aber, weshalb die Hochebenen während des Tages verhältnißmäßig stärker erwärmt werden als tiefer gelegene Gegenden, ist auch der Wärmeverlust, den sie durch die nächtliche Strahlung erleiden, viel bedeutender als in der Tiefe. Während der Nacht sinkt die Temperatur oftmals in diesen Gegenden so sehr, daß viele Pflanzen dadurch vernichtet werden, welche am Tage vorher noch eines üppigen Gedeihens sich erfreuten; und dies ist großentheils die Ursache, weshalb der Anbau von Kulturpflanzen in solchen Gegenden oft sehr mißlich ist, ungeachtet die mittlere Temperatur des Sommers noch völlig zur Entwicklung derselben ausreichen würde; auf der Hochebene von Peru, wo in einer Höhe von 5000 F. die mittlere Temperatur 16° ist, erfriert dennoch der Weizen häufig in der

die vorherrschenden. Der Südwestwind kommt aus den Aequatorialgegenund führt die Wärme der Tropen zum Theil nach den kälteren Ländern; dieerwärmende Einfluß der Südwestwinde wird aber in solchen Ländern vorzugsweise merklich werden, welche der südwestlichen Luftströmung am meisten ausgesetzt sind, und somit erklärt sich, daß die Westküsten der großen Continwärmer sind als die Ostküsten, daß die Linien gleicher Jahreswärme in Europa, welches eigentlich nur eine halbinselförmige Verlängerung des asiatisch
Continents ist, und an den Westküsten von Nordamerika weiter nach Nordsteigen als im Innern von Asien und an den Ostküsten von Nordamerika.

Den wichtigsten ändernden Einfluß auf die Gestaltung der Temperaturverhältnisse von Orten gleicher geographischer Breite, hat die Erhebung
des Landes über die Oberfläche des Meeres; sie bedingt klitische Verschiedenheiten oft zwischen einander nahe gelegenen Orten und innerhalb des Umkreises eines Landes von nur geringer Ausdehnung, und versacht bei der Beurtheilung der Ertragsfähigkeit der Bodenarten die Nothdigkeit einer Unterscheidung zwischen Gebirgsland und Flachland.
Die Erwärmung der Luft hat zwei Ursachen. Die Luft absorbirt unmitteleinen Theil der von der Sonne ausstrahlenden Wärme, den größten Thihrer Wärme erhält sie aber von unten her, von dem erst durch die Sonerhitzten festen Boden; denn weil die Luft die Wärmestrahlen ungleich weger absorbirt als die Erdoberfläche, so ist auch die direkte Erwärmung d
Luft ungleich geringer, als die des Bodens. Die oberen Schichten der Lsind bekanntlich kälter als die unteren; freilich steigt die erwärmende Luft fwährend von der Erdoberfläche in die Höhe, mit ihrer Entfernung aber vdem Boden erleidet sie eine immer größere Ausdehnung, wodurch Wärme gbunden und also ihre Temperatur erniedrigt wird, eine Erscheinung, wedurch eine schnellere Verdunstung des Wassers in der verdünnten Luft, deine stärkere nächtliche Wärmeausstrahlung, wie durch verschiedene and
Ursachen noch auffallender wird. Die beträchtliche Wärmeausstrahlung aden Bergen bewirkt hauptsächlich die große Verschiedenheit der Temperatuabnahme, wenn man frei von der Ebene in die Luft sich erhebt, oder wenman von demselben Punkte aus nahe liegende Gebirge hinansteigt; im erste
Falle scheint, Beobachtungen in Luftballons zufolge, die Temperatur mit ei
Erhebung von ungefähr 1000 Fuß im Durchschnitt erst um 1° C. abzunehmen, dagegen auf Bergen diese Abnahme in der Regel um das Doppeschneller erfolgt, so daß man für eine Erniedrigung der Temperatur um 1° C
ungefähr 5 — 600 Fuß Höhe berechnen kann. In den gemäßigten Zonwo die verschiedenen Jahreszeiten auf die Temperaturverhältnisse des Fllandes bedeutenden Einfluß ausüben, ist die Temperaturabnahme in d

Gebirge im Sommer schneller als im Winter, und am Tage beträchtlicher als während der Nacht. Die Gestalt oder die Configuration des Gebirges ist ebenfalls für die Beschaffenheit der auf demselben in verschiedenen Höhen beobachteten Temperaturverhältnisse von sehr großer Bedeutung; der Unterschied der am Tage und während der Nacht herrschenden Temperatur muß um so größer sein, je beträchtlicher die Masse des Gebirges selbst ist. Ein isolirter hoch in die Luft hineinragender Bergkegel oder ein Bergkamm wird die höheren Regionen der Atmosphäre nicht merklich erwärmen können, weil die Winde in jedem Augenblicke kalte Luftmassen an ihm vorbeiführen; eine Hochebene von bedeutendem Umfange aber wird unter dem Einflusse der Sonnenstrahlen stark erwärmt, indem sie von einer weniger dichten und weniger hohen Luftschicht bedeckt ist als die tieferen Gegenden, weil also die auffallenden Sonnenstrahlen durch Absorption in der Luft weniger Wärme verloren haben als die, welche zur Tiefe gelangen; eine Hochebene wird daher auch einen merklichen Einfluß auf die Erwärmung der höheren Luftregionen ausüben, welche über ihr schweben und eben wegen der größeren Ausdehnung des Plateau's längere Zeit mit dem erwärmten Boden in Berührung bleiben. Die Hochebene Peru's hat unter gleichen Breitengraden eine bedeutend höhere Temperatur als gleich hochliegende Punkte der mexikanischen Gebirge; auf der Hochebene von Tibet und in der chinesischen Tartarei wird in einer Höhe von beinahe 12,000 Fuß noch Weizen mit Erfolg gebaut, die Kultur der Gerste steigt noch weit höher hinauf, während auf dem südlichen Abhange des Himalaya, in den Thälern des Ganges schon in einer Höhe von etwa 9000 Fuß alle Kultur aufhört; ja selbst unter dem Aequator auf dem Plateau von Quito ist die Gränze der Kultur des Weizens um über 2000 Fuß niedriger als in den ausgedehnten Hochebenen von Tibet. Die Mitte der Hochebenen hat stets eine merklich höhere Temperatur als ihre Ränder, namentlich wenn diese Gebirgsbildungen eine große Ausdehnung besitzen.

Aus demselben Grunde aber, weshalb die Hochebenen während des Tages verhältnißmäßig stärker erwärmt werden als tiefer gelegene Gegenden, ist auch der Wärmeverlust, den sie durch die nächtliche Strahlung erleiden, viel bedeutender als in der Tiefe. Während der Nacht sinkt die Temperatur oftmals in diesen Gegenden so sehr, daß viele Pflanzen dadurch vernichtet werden, welche am Tage vorher noch eines üppigen Gedeihens sich erfreuten; und dies ist großentheils die Ursache, weshalb der Anbau von Kulturpflanzen in solchen Gegenden oft sehr mißlich ist, ungeachtet die mittlere Temperatur des Sommers noch völlig zur Entwicklung derselben ausreichen würde; auf der Hochebene von Peru, wo in einer Höhe von 5000 F. die mittlere Temperatur 16° ist, erfriert dennoch der Weizen häufig in der

Nacht, und oft beobachtet man am Tage eine Steigerung der Temperatur bis 25° im Schatten, während dieselbe vor Sonnenaufgang nur 8° zeigt. Während auf Hochebenen die täglichen und jährlichen Temperaturschwankungen größer sind als in der Tiefe, sind sie für isolirte Gebirge und Berggipfel umgekehrt in der Höhe geringer, weil die isolirten Berge auf die Temperatur der höheren Luftregionen nur einen unbedeutenden Einfluß ausüben, und weil die periodischen Temperaturveränderungen des Bodens, welche sich zunächst den unteren Luftschichten mittheilen, in der Höhe weniger merklich sind; so war z. B. nach mehrere Wochen hindurch fortgesetzten Beobachtungen die Differenz des täglichen Maximums und Minimums auf dem Faulhorn gleich 3°,8, während in Zürich diese Differenz zu derselben Zeit im Mittel 9°,5 betrug.

Die soeben angedeutete Fähigkeit der festen Körper, während der Nacht die am Tage aufgenommene Wärme wieder auszustrahlen, oder die daraus erfolgende nächtliche Abkühlung muß in Gebirgsgegenden und namentlich auf Hochebenen dann um so beträchtlicher sein, wenn die verdünnte Luft, welche, wie sie die Verdunstung der Feuchtigkeit, so auch jene Wärmeausstrahlung befördert, frei von Dünsten, nicht umwölkt ist, sondern in heiterer Klarheit während der Nacht strahlt. *Alle Ursachen, wodurch die Luft in Bewegung gesetzt, ihre Durchsichtigkeit getrübt, oder das Feld des sichtbaren Himmels verdeckt und beschränkt wird, schwächen die nächtliche Ausstrahlung*; eine Wolke wirkt gleich einer Decke der Temperaturerniedrigung entgegen; der Wind, indem er die Luft, die mit der Oberfläche der in der Abkühlung begriffenen Gegenstände in Berührung steht, unaufhörlich erneuert, vermindert stets bis zu einem gewissen Grade die Wirkungen der Ausstrahlung. Daher erreicht die nächtliche Ausstrahlung ihr Maximum und wird den Kulturen um so schädlicher, wenn der Himmel rein und die Atmosphäre ruhig ist; diese schädliche Einwirkung wird in Gebirgsgegenden natürlich um so auffallender, je näher diese überhaupt der Gränze des Anbaues der Kulturpflanzen liegen. In der heißen Zone Amerika's kann unter dem Zusammentreffen verschiedener Umstände die Temperatur der Erdoberfläche bis zum Gefrierpunkte herabsinken und die kultivirten Hochflächen der Cordilleren, deren mittlere Jahrestemperatur 10° bis 14° beträgt, sind alle zu jeder Zeit des Jahres noch dem Froste ausgesetzt; es ereignet sich oft, daß Ernten von Weizen, Gerste, Mais und Kartoffeln, welche zu den schönsten Hoffnungen berechtigen, in einer Nacht durch die Wirkung der Ausstrahlung zerstört werden. Auch in Europa, in der gemäßigten Zone, und zwar nicht allein in hohen Gebirgsgegenden, obgleich hier häufiger als in den Ebenen, kann in Folge der angedeuteten Ursache nach darüber angestellten Beobachtungen, die Temperatur der Wiesen und Triften

fast zu jeder Zeit des Jahres bis auf den Gefrierpunkt sich abkühlen; besonders im Frühjahre und Herbste hat man für die Pflanzen die nachtheiligen Wirkungen der Ausstrahlung zu fürchten. In England z. B. beobachteten Wells und Daniell in hellen Nächten in dem Heidekraut ein Sinken des Thermometers um 10° und bemerkten, daß die nächtliche Ausstrahlung selbst in diesem Lande die Temperatur auf Wiesen und Heiden in 10 Monaten des Jahres bis zum Gefrierpunkte erniedrigen kann. Während der schönen Nächte im April und Mai werden bei heiterem Himmel die Zweige, Blätter und jungen Triebe oft roth, sie erfrieren nämlich, obgleich sich in der Luft der Thermometer einige Grade über Null hält. Bekanntlich schreiben viele Gärtner und Landwirthe dieses Uebel dem Mondlichte der Monate April und Mai, dem Aprilschein, zu und gründen ihre Meinung auf die Thatsache, daß bei einem bedeckten Himmel, wenn die Strahlen des Mondes die Pflanzen nicht bescheinen, sich die zerstörenden Wirkungen nicht mehr zeigen, obgleich die Atmosphäre dieselbe Temperatur besitzt. Diese dem Mondlichte zugeschriebene Kälte ist einfach die Folge der nächtlichen Ausstrahlung zu einer Jahreszeit, wo der Thermometer während der Nacht oft noch 5° bis 6° über Null steht, während gleichwohl die Temperatur der Gewächse unter den Gefrierpunkt fallen und eine ganze Pflanzung erfrieren kann. Die Erscheinung zeigt sich ganz besonders bei heiterem Himmel, dann aber ist auch der Mond sichtbar; wenn dagegen der Mond durch Wolken verdeckt wird, so ist das Wetter trübe, und die Hauptbedingung der nächtlichen Ausstrahlung fehlt alsdann, die Temperatur der irdischen Körper wird sich nicht unter die der umgebenden Luft abkühlen, und die Pflanzen werden erst dann gefrieren, wenn die Temperatur der Atmosphäre selbst unter Null gesunken ist (Boussingault).

Die Temperaturerniedrigung der Erdoberfläche durch Ausstrahlung, namentlich in heiteren ruhigen Nächten, findet ebenfalls im Winter statt, wo kurz vor Sonnenaufgang die Erdoberfläche oftmals um mehrere Grad kälter ist, als die umgebende Luft; die Wärmeausstrahlung würde auch sehr nachtheilig auf die Wintersaaten einwirken, wenn nicht in den kältesten Monaten die Felder in der Regel mit einer schützenden und wärmenden Schneedecke überzogen wären; wenn dieselbe bei anhaltender Kälte und ruhiger, heiterer Luft fehlt, so sind die Saaten bekanntlich auch in weit höherem Grade dem Auswintern ausgesetzt. Die Oberfläche einer solchen Schneedecke zeigte, nach den Beobachtungen Boussingault's bei Sonnenaufgang im Februar, nach einer schönen, heiteren und windstillen Nacht, eine Temperatur von —12°, während die Oberfläche des unmittelbar unter dem Schnee befind-

lichen Bodens noch — 3°,5 und die freie Luft sogar — 3° zeigte; bei bedecktem Himmel und bewegter Luft waren die Unterschiede nicht so groß.

Die oft bedeutenden Abweichungen der klimatischen Verhältnisse nahgelegener Orte im Gebirgslande werden nicht allein durch die erwähnten Ursachen bedingt, sondern sie sind auch die Folge von einer Menge anderer, durch ihr Zusammentreffen oder ihre Gegensätze jene Unregelmäßigkeiten ausgleichenden, modificirenden oder ihr noch schrofferes Auftreten bewirkenden Umstände. Die Ausdehnung des Gebirges nach einer bestimmten Himmelsgegend, die Lage der miteinander verglichenen Punkte an den verschiedenen Abhängen bedingt stets bedeutende Verschiedenheiten in den Temperaturverhältnissen; auf der nördlichen Halbkugel ist der südliche Abhang der Gebirge auf gleichen Höhen ungleich wärmer als der nördliche, aus dem leicht in die Augen fallenden Grunde, weil die wärmenden Strahlen der Sonne dort ungleich kräftiger einwirken können, als hier; auch das häufige Auftreten warmer Südwinde erhöht die Wirkung der Sonne, wenn nämlich südlich von einer Gebirgskette ein festes Land in größerer oder geringerer Ausdehnung sich ausbreitet, welches durch das Aufsteigen der erhitzten Luft von seiner Oberfläche zu der Entstehung eines nach Norden gerichteten Luftzuges die Veranlassung geben muß. In der nördlichen Schweiz findet sich der Weinstock nicht über 1600 Fuß, der Mais reift kaum bei 2600 F., auf dem Nordabhange des Mont Rosa fehlt die Gerste schon bei einer Höhe von 3900 F., während sie auf dem südlichen Abhange bis zu einer Höhe von beinahe 6000 F. hinaufsteigt; auf den westlichen und südlichen Abhängen des Central-Plateau's der Auvergne herrscht die Milde des südfranzösischen Himmels, dagegen findet man auf den nördlichen und östlichen Abhängen der Karpathen sehr lebhaft schon Spuren des russischen Klimas.

Die Farbe und Beschaffenheit der Gesteine steht mit der Absorption einer größeren oder geringeren Menge der Sonnenwärme, und also auch mit einer Erhöhung oder Erniedrigung der mittleren Temperatur des Sommers in naher Beziehung. Aus der Vergleichung verschiedener Beobachtungen scheint sich zu ergeben, daß in bergigen Gegenden ein steriler Boden, der mit losem Sande oder Trümmern von Bimsstein bedeckt ist, die Temperatur der Luft am höchsten zu steigern vermag, daß dagegen Trachyt und Syenit eine etwas niedrigere, Gneis und Granit aber, unter sonst gleichen Umständen, die niedrigste Temperatur erzeugen, und ferner, daß im Trapp oder überhaupt im krystallinischen, festen Gestein die Wärme bis zu einer geringeren Tiefe eindringt, als dieses bei losem Sande und noch mehr beim Sandstein der Fall ist. Da die geognostischen Verhältnisse einer Gegend

chemischen und physikalischen Eigenschaften der in derselben auftretenden Bodenarten, die Trockenheit oder Feuchtigkeit derselben, oder den Grad ihrer wasserhaltenden Kraft bestimmen, so muß auch in dieser Hinsicht die Gesteinsbeschaffenheit auf die Modificationen der Temperatur oder des Klimas, welche wir so oft zwischen Orten in gleicher Breite und in derselben Höhe über der Meeresfläche wahrnehmen, von Einfluß sein.

Die Nähe von Gletschern, die größere oder geringere Menge des jährlich fallenden Regens oder Schnees und die damit in Verbindung stehende Feuchtigkeit oder Trockenheit des Bodens, bewirkt das Hinaufrücken oder das Heruntersteigen der mittleren Temperaturverhältnisse des Jahres. Auch die Vegetation selbst kann einen Einfluß äußern auf die Temperaturverhältnisse eines Ortes; ein nackter, des Pflanzenwuchses beraubter, steiniger oder sandiger Boden wird durch die Absorption der Sonnenstrahlen heißer, ein mit Pflanzen bedeckter Boden, z. B. ein Wiesengrund, wird durch die nächtliche Strahlung kälter als die Luft, deren Temperatur schon durch die fortwährenden Luftströmungen mehr ausgeglichen wird. In den afrikanischen Wüsten steigt die Hitze des Sandes oft auf 50 bis 60°. Ein mit Pflanzen bedeckter Boden bleibt kühler, weil die Sonnenstrahlen ihn nicht direkt treffen können, die Pflanzen selbst binden gewissermaßen eine große Wärmemenge, indem durch die Vegetation eine Menge Wasser verdunstet; sie erkalten aber bei ihrem großen Vermögen, Wärme durch Ausstrahlung zu verlieren, während der Nacht so stark, daß die Temperatur des Grases oft 6 bis 8 Grad unter die der Luft sinkt. Im Innern der Wälder ist die Luft beständig kühl; zwar verhindern die Blätter, welche den Wipfel des Baumes bilden, in demselben Maße, wie es bei einem Schirm der Fall sein würde, die Ausstrahlung der unterhalb befindlichen Zweige, und dies um so mehr, wenn die Bäume, wie es oft unter den Wendekreisen der Fall ist, so dicht belaubt sind, daß kein Sonnenstrahl durchzubringen vermag; aber es werden dennoch die Zweige, welche gegen die untere Fläche der bereits durch unmittelbare Ausstrahlung abgekühlten oberen Blätter ausstrahlen, mehr Wärme abgeben, als sie empfangen; ihre Temperatur muß daher nothwendig abnehmen, und diese Abkühlung wird sich von oben nach unten fortpflanzen, bis der ganze Baum daran Theil nimmt. Während der hellen Nächte kühlt sich also die umgebende Luft, indem sie die abgekühlten Blätter der Bäume durchstreicht, ebenfalls ab, und um sich eine Vorstellung von dem Einfluß zu machen, den eine Waldfläche dadurch auf die Temperaturerniedrigung einer Gegend ausüben kann, genügt es daran zu erinnern, daß ein Baum, dessen Krone im Quadratdurchschnitt 300 Quadratfuß Oberfläche darbietet, durch die, im Vergleich mit jenem Querdurchschnitt, mehrere tausendmal größere Oberfläche

seiner vielen Blätter nothwendig eine starke Abkühlung der Atmosphäre bewirken muß (Boussingault). Es ist bekannt, daß durch Ausrodung und Urbarmachung großer Wälder nicht selten bedeutende Landstriche, sei es zum Vortheil oder Nachtheil der Kultur nutzbarer Pflanzen überhaupt, eine höhere mittlere Jahrestemperatur erlangt haben, aber auch einer größeren Trockenheit ausgesetzt worden sind, um so mehr, weil die Wälder die Feuchtigkeitsniederschläge aus der Atmosphäre begünstigen, zur Ansammlung des Wassers im Boden Veranlassung geben, und nach Ausrodung derselben den austrocknenden Winden ein größerer Einfluß auf die Gestaltung der klimatischen Verhältnisse überhaupt eingeräumt worden ist, wie solches im Vorhergehenden bereits angedeutet worden und in dem Folgenden eine noch weitere Ausführung finden wird.

2. Die Winde. Die Bewegungen der Luft, die Luftströmungen oder die Winde entstehen durch die größere oder geringere Erwärmung, welche der feste Erdboden durch die Sonne zu den verschiedenen Tages- und Jahreszeiten erleidet; die erhitzte Luft steigt in Folge ihrer größeren Leichtigkeit in die Höhe und macht der kälteren, je nach den Umständen aus den verschiedenen Himmelsgegenden einströmenden Luft Platz. In der heißen Zone herrscht, namentlich fern vom festen Lande, eine Regelmäßigkeit der Winde, welche in unserer gemäßigten Zone unbekannt ist. Die Passatwinde haben nördlich vom Aequator eine nordöstliche, südlich eine südöstliche Richtung, welche durch die aus den heißen tropischen Gegenden in den oberen Regionen der Luft nach den Polen, in den unteren von den Polen nach dem Aequator, unter gleichzeitiger Einwirkung der täglichen Axendrehung der Erde von West nach Ost, veranlaßten Strömungen ihre Erklärung findet. Die Nähe und namentlich die plastische Gestaltung des festen Landes übt einen störenden Einfluß auf diese Regelmäßigkeit aus; es herrscht je nach der verschiedenen Tageszeit der Landwind oder der Seewind. Eine derartige Störung kann sich auch auf ganze Jahreszeiten erstrecken, wie solche z. B. im nördlichen Theile des indischen Oceans der Fall ist; hier weht nämlich in der einen Hälfte des Jahres ein beständiger Südwest-, in der anderen Hälfte ein beständiger Nordostwind, weil, während in den Wintermonaten der asiatische Continent erkaltet, die Sonne aber in südlicheren Gegenden eine größere Wärme erzeugt, ein Nordostpassat von dem kälteren Asien nach den heißeren Gegenden wehen muß; wenn dagegen hier während des Winters ein Nordostwind geherrscht hat, so wird dieser im Sommer in einen Südwestwind verwandelt, weil sich nun der asiatische Continent stark erwärmt und also eine Luftströmung nach Norden hin veranlaßt, welche durch die Rotation der Erde in einen Südwestwind verwandelt wird.

In den heißen Zonen herrscht in den unteren Regionen der Atmosphäre, in Folge des angedeuteten Luftwechsels, ein anderer und zwar in seiner Richtung gerade entgegengesetzter Wind als in den oberen Regionen; es strömt nämlich auf der nördlichen Halbkugel die erwärmte und in die Höhe gestiegene Luft von Süd nach Nord oder vielmehr von Südwest nach Nordost. Dieser obere Passatwind senkt sich, nach den höheren Breitegraden strömend, in Folge der langsameren Axenbewegung der unter diesen gelegenen Erdtheile, immer tiefer und erreicht endlich in der gemäßigten Zone als Südwestwind den Erdboden; dieser Luftzug geht hier also nicht über, sondern neben den Luftströmungen, welche die Luft von den Polen zum Aequator hinführen, beide entgegengesetzten Windrichtungen suchen sich gegenseitig zu verdrängen und je nachdem die eine oder die andere die Ueberhand erlangt, wird der Südost oder der Nordost vorherrschen und bei dem Uebergange aus der einen in die andere Richtung werden alle Zwischenglieder der Windrose auftreten. Im westlichen Europa, namentlich in England, herrschen die Südwestwinde entschieden vor, während in Deutschland außer denselben auch die West- und Nordwestwinde in ebenso großer Häufigkeit auftreten, in Rußland dagegen die Nordost- und Nordwestwinde eine größere Bedeutung gewinnen. In allen höheren Breiten der nördlichen Halbkugel wehen Südwest-, West- und Nordwestwinde wenigstens während der Hälfte aller Tage des Jahres, während alle anderen Windrichtungen auf die übrigen Tage vertheilt sind. In dem Vorherrschen der Südwest- oder Westwinde würde ein Widerspruch liegen, indem es in Folge dessen den Anschein hätte, daß dem Pole mehr Luft zuströmte, als nach dem Aequator zurückkehrt, wenn man nicht wüßte, daß mit dem wärmeren Südweststrome zugleich eine Menge von Wasserdämpfen nach den höheren Breiten hinströmt, welche sich hier condensiren und als Regen und Schnee niederfallen; nach dem Aequator strömt aber nur die ihres Wasserdampfes beraubte Luft in nordöstlicher Richtung zurück; es muß also in der That dem Pole eine größere Gasmenge zuströmen, weil ein Theil dieses Gases, nämlich der Wasserdampf, nicht in Gasform nach dem Aequator zurückkehrt. Dem im westlichen Europa vorherrschenden Südweststrome, welcher über die warmen Gewässer des atlantischen Oceans gestrichen ist und sich dadurch mit Wasserdämpfen beladen hat, verdankt dieses Land sein Küstenklima; es wird in diesen Ländern der Charakter des Seeklimas, nämlich milde Winter und kühle Sommer mit häufigem Regen, um so entschiedener in solchen Jahren ausgeprägt sein, in welchen der Südwestwind häufiger weht; in solchen Jahren hingegen, in welchen die nordöstliche Strömung länger herrscht als gewöhnlich, nähert sich der Charakter der Witterung mehr dem des Continentalklimas.

Die Drehungen des Windes und die damit verbundenen *Aenderungen der Witterung* sind in unserer nördlichen gemäßigten Zone gewöhnlich an eine gewisse Regelmäßigkeit gebunden, in der Art, daß die Drehung fast stets von Süd über West, Nord, Ost wiederum nach Süd erfolgt, freilich mit verschiedenen Abweichungen von dieser Regel, namentlich unter mehr oder weniger häufigem Zurückspringen (auf der Westseite der Windrose weit häufiger als auf der Ostseite); aber höchst selten wird eine völlig entgegengesetzte Richtung in der Winddrehung beobachtet. Am regelmäßigsten läßt sich die erwähnte Drehung während des Winters verfolgen; die mit diesem Umschlagen zusammenhängenden Veränderungen des Barometers und Thermometers hat *Dove* mit folgenden Worten geschildert: „Wenn der Südwest, immer heftiger wehend, endlich vollkommen durchgedrungen ist, erhöht er die Temperatur über den Gefrierpunkt, es kann daher nicht mehr schneien, sondern es regnet, während der Barometer seinen niedrigsten Stand erreicht. Nun dreht sich der Wind nach West, und der dichte Flockenschnee beweist ebenso gut den einfallenden kälteren Wind, als der rasch steigende Barometer, die Windfahne und der Thermometer. Mit Nord heitert sich der Himmel auf, mit Nordost tritt das Maximum der Kälte und des Barometers ein. Aber allmälig beginnt dieser zu fallen, und feine Federwolken zeigen durch die Richtung ihres Entstehens den eben eingetretenen südlicheren Wind, den der Barometer schon bemerkt, wenn auch die Windfahne noch nichts davon weiß und noch ruhig Ost zeigt. Doch immer bestimmter verdrängt der südliche Wind den Ost von oben herab, bei entschiedenem Fallen des Quecksilbers wird der Wind Südost, der Himmel bezieht sich allmälig immer mehr und mit steigender Wärme verwandelt sich der bei Südost und Süd fallende Schnee bei Südwest wieder in Regen. Nun geht es von Neuem an, und höchst charakteristisch ist der Niederschlag auf der Ostseite von dem auf der Westseite gewöhnlich durch eine kurze Aufhellung getrennt."

3. *Die atmosphärischen Wasser.* Das Wasser, welches auf der Erdoberfläche fast überall mit der Luft in Berührung steht, hat bekanntlich die Eigenschaft, bei jeder Temperatur sich zu verflüchtigen, nach und nach in Dunst sich zu verwandeln; als solcher sammelt es sich in den höheren Regionen der Atmosphäre und wird unter verschiedenen Umständen als Thau, Regen, Schnee, Graupeln ꝛc. in flüssiger oder fester Form der Erde wiederum zugeführt. Die Ansammlung einer größeren oder geringeren Menge Feuchtigkeit in der Luft ist eine Folge der Gegenwart einer mehr oder weniger großen Menge und Verbreitung des Wassers über die Erdoberfläche, und außerdem bedingt durch eine höhere oder niedrigere Temperatur. Die in der Luft sich verbreitende Feuchtigkeit ist deshalb am Tage beträchtlicher als während der

Nacht, im Sommer größer als im Winter, in den heißeren Ländern des Südens bedeutender als auf den nördlicher gelegenen Erdstrichen, und in gleicher Weise nimmt auch die jährlich niederfallende Regenmenge zu oder ab. Im Allgemeinen werden die höher gelegenen Orte von einer verhältnißmäßig feuchteren Atmosphäre umgeben sein, als die tieferen; jedoch ist dieses keineswegs immer der Fall, denn nicht selten findet man auf den Alpen oder anderen hohen Gebirgen die Luft trockner als in der Tiefe. Bei heiterem Wetter scheint die Luft in der Höhe trockner zu sein, bei trübem aber feuchter als unten, denn man sieht oft den Gipfel der Berge in Wolken gehüllt, während die unteren Luftschichten nicht mit Wasserdampf gesättigt sind. Die jährlich fallende Regenmenge ist aus den angedeuteten Ursachen sehr verschieden an verschiedenen Orten; im Ganzen nimmt sie mit der Entfernung von dem Meere ab, in der Art, daß, wenn man z. B. die jährliche Regenmenge in Petersburg mit 1 bezeichnet, dieselbe in den Ebenen von Deutschland 1,2, im Innern von England 1,4 und an den Küsten von England 2,1 wird. Die Regenmenge nimmt ferner mit der Höhe der Orte über der Meeresfläche zu, weil die Berge einen Niederschlag veranlassen, wenn sie von einem Strome feuchter Luft getroffen werden; daher die bedeutende Regenmenge in den Alpen. Nach Thomson ist die Regenmenge in Glasgow 23 Zoll, 466 F. höher im Gebirge zu Corbeth 42″, nach Schübler fallen in Tübingen 26″, auf der Alp in Göppingen 1400′ höher 38″, in Pertshire zu Kinfauns Castle 24″, auf einem 600′ höheren Berge in der Nähe 39″, nach längeren vergleichenden Beobachtungen zu Genf im Mittel 28″, auf dem Bernhard dagegen reichlich 51″. An einem und demselben Orte nimmt die Regenmenge mit der Höhe über dem Boden ab, wahrscheinlich weil die Regentropfen, indem sie durch die mit Wasserdampf gesättigte Luft herabfallen, sich fortwährend vergrößern; so fallen z. B. im Hofe des Observatoriums zu Paris im Laufe eines Jahres durchschnittlich 22 Zoll, auf der 77 Fuß höher gelegenen Terrasse nur 19 Z. Regen. Auch die Vertheilung der Regenmenge auf die einzelnen Jahreszeiten in den verschiedenen Ländern ist sehr abweichend; es läßt sich Europa in dieser Hinsicht in drei Provinzen theilen: in England, auf den Westküsten von Frankreich, in den Niederlanden und Norwegen sind die Herbstregen vorherrschend; in Deutschland, den westrheinischen Gegenden, Dänemark und Schweden herrschen die Sommerregen vor; die Sommerregen fehlen dagegen im südöstlichen Frankreich, Italien, dem südlichen Portugal, überhaupt in dem Theile Europa's, welcher Afrika zunächst liegt, fast ganz. Die Anzahl der Regentage während eines Jahres nimmt in Europa im Allgemeinen von Süden nach Norden zu; im Durchschnitt kommen auf das Jahr im südlichen Europa 120, im mittleren 146 und im nördlichen 180

Regentage. Daß die Regenmenge nicht von der Zahl der Regentage abhängen kann, ist klar, denn es kommt nicht darauf an, an wie vielen Tagen es regnet, sondern, wie viel es regnet; wenn in den nördlicheren Gegenden die Zahl der Regentage zunimmt, so nimmt dagegen die Intensität des Regens im Allgemeinen ab, und so erklärt es sich z. B., daß in Petersburg die Zahl der Regentage zwar größer, die Regenmenge aber geringer ist als in Deutschland. Die an einem Regentage fallende Regenmenge beträgt für Deutschland im Mittel während des Winters 0″,11, im Frühling 0″,13, im Sommer 0″,19, im Herbst 0″,15, im Jahre 0″,14. Für England beträgt sie im Jahresmittel 0″,23, im südlichen Spanien ist sie etwa doppelt so groß, in Italien dreimal. Mit der Entfernung vom Meere nimmt sowohl die Regenmenge als auch die Zahl der Regentage ab; so kommen z. B. im Durchschnitte in Petersburg 168, in Kasan 90 und in Jakutzk 60 Regentage auf das ganze Jahr. So wie unter sonst gleichen Umständen der Regen in wärmeren Gegenden intensiver ist als in kälteren, so ist er auch in der warmen Jahreszeit intensiver als in der kalten. Im Durchschnitt kommen in Deutschland auf den Winter 38, auf den Sommer 42 Regentage; die Zahl der Regentage ist also im Sommer kaum etwas bedeutender als im Winter, und doch ist die Regenmenge ungefähr doppelt so groß; in den Sommermonaten fällt oft bei einem einzigen Gewitter mehr Regen, als sonst in mehreren Wochen.

Die im Obigen beschriebene nächtliche Ausstrahlung und die durch dieselbe veranlaßte Abkühlung des Bodens und der ihn überziehenden Vegetationsdecke, hat stets eine Verdichtung der in der umgebenden Luft enthaltenen Feuchtigkeit und die Abscheidung derselben in der Form von Thau oder Reif zur Folge. Die Thau- und Reifbildung findet nur in heiteren hellen Nächten und vorzugsweise nach einem recht heißen Tage statt; dann ist, wie wir gesehen haben, die Abkühlung der Erde, in Folge der nächtlichen Ausstrahlung, am größten, dann auch die Luft am meisten mit Feuchtigkeit beladen; es bilden am Abend und während der Nacht sich Nebel und Niederschläge. Daher findet man die Thaubildung am auffallendsten nach heiteren, heißen und trocknen Sommertagen, und im höheren Grade in den Tropenländern als unter dem Himmel unserer gemäßigten Zone. Nur unter dem wohlthätigen Einfluß dieses Prozesses vermag die Vegetation im Sommer trotz einer lange anhaltenden Trockenheit ungestört in ihrer Entwicklung fortzugehen. Während der heiteren, ruhigen Nächte empfangen die Wiesen, die Felder eine beträchtliche Menge Wasser als Thau, welches durch seine Verdunstung wiederum die Hitze des Tages mäßigt; auch die Wälder tragen besonders in heißeren Ländern zur Erniedrigung der Temperatur, zur Entstehung

und Unterhaltung der Quellen bei, indem sie den Wasserdampf der Luft als Thau niederschlagen; in den heißen Ländern übernachtet man selten auf einem freien Waldplatze, ohne beständig das Wasser von den nahestehenden Bäumen herabrieseln zu hören, wenn die Nacht der Strahlung günstig ist.

Die Ausrodung großer Wälder, die Trockenlegung und Urbarmachung von Sümpfen hat, vielfachen Erfahrungen zufolge, nicht selten einen vortheilhaften Einfluß gezeigt auf die Verbesserung des Klima's einer ganzen an Kälte und Nässe leidenden Landschaft, deren Ackerkrume vorherrschend eine thonige Beschaffenheit hat; jedoch hat ebenfalls die Zerstörung ausgedehnter Waldungen häufig der Kultur nützlicher Pflanzen nicht geringen Schaden gebracht und dieses vorzugsweise auf einem lockeren, sandigen, leicht austrocknenden Boden. Man hat eine Verminderung des durch die Flüsse und Bäche herbeigeführten oder in den Landseen sich ansammelnden Wassers, sogar ein nach und nach eintretendes völliges Austrocknen der Bäche und Seen, wie überhaupt eine mit dieser Erscheinung in naher Verbindung stehende Abnahme der atmosphärischen Niederschläge nach Masse und Häufigkeit beobachtet. Vor dem Jahre 1821 besaß die Provence einen Reichthum an Bächen und Quellen; in diesem Jahre aber erfroren die Oelbäume, die durch ihre Menge ganze Wälder bildeten, und im Jahre 1822 fing man an, diese Bäume bis auf die Wurzel abzuhauen, von welcher Zeit an die Quellen versiegten und der Ackerbau schwierig ward. In Ober-Egypten haben die noch vor 80 Jahren häufigen Regen aufgehört, seitdem die Araber die Bäume auf der Grenze des Nilthales gegen Libyen und Arabien hin umgeschlagen haben. Die entgegengesetzte Erscheinung beobachtet man in Unter-Egypten, denn seitdem dort unermeßliche Anpflanzungen in neuerer Zeit gemacht worden, sind in Alexandrien und Cairo, wo sonst Regen zu den größten Seltenheiten gehörten, diese viel häufiger geworden. Die mit Vortheil oder Nachtheil für die Ausübung des Ackerbaues verbundenen Veränderungen vorher bestehender klimatischer Verhältnisse sind namentlich in Thälern beobachtet worden, welche von mehr oder weniger hohen Gebirgen begränzt sind, und sie zeigen die Nothwendigkeit, mit Umsicht bei der Abtreibung großer Waldflächen zu verfahren, um im Voraus diese zu erwartenden Veränderungen in Temperatur und jährlicher Regenmenge möglichst zum Nutzen und zur Wohlfahrt der umliegenden Landschaften zu gestalten. Noch einen andern Punkt hat man in Gebirgsgegenden in Betreff der mit Waldung bedeckten Bergabhänge und Gipfel in Betracht zu ziehen; gleichzeitig mit der Feststellung der soeben angedeuteten Thatsachen hat man auch beobachtet, daß nach dem Entblößen der Berge von Waldungen die Flüsse und Waldbäche häufiger, als dieses früher der Fall war, plötzliche und so bedeutende Anschwellungen, in Folge

heftiger Gewitter oder plötzlich eintretenden Thauwetters, zeigen, daß hieraus schon große und für das umgebende kultivirte Land unheilvolle Ueberschwemmungen entstanden sind. Die Wälder haben nämlich die Fähigkeit, das Wasser mehr zu vertheilen, den Abfluß desselben zu regeln und in gewisser Art zu mäßigen, indem es von dem stets mehr oder weniger lockeren und humosen Waldboden begierig und in großer Menge aufgesogen und entweder für die Vegetation der mit ihren Wurzeln tief in die Risse und Spalten eindringenden Bäume verwendet wird, oder auch am Fuße der Bergabhänge in zahlreichen Quellen wiederum hervortritt und zu der Entstehung einer Menge von kleinen Bächen Veranlassung giebt, welche den Boden befruchtend entweder bald wiederum verschwinden, oder erst nach längerer Zeit und in tieferen Gegenden zu einem größeren Gewässer zusammentreten. Es kann, nach vorliegenden zahlreichen Beobachtungen, nicht bezweifelt werden, daß mit der Ausrodung großer Waldungen oder mit der Urbarmachung der mit ihnen bestanden gewesenen Flächen, wie auch von früher sterilen und unfruchtbaren Gegenden, die Seen und Flüsse allmälig an Wasser verlieren und austrocknen, die Quellen versiegen. Weniger leicht ist aber die Ursache dieser Erscheinung schon jetzt mit Sicherheit zu erforschen, ob dieselbe in der nach der Entfernung der Waldungen sehr beschleunigten Verdunstung des Wassers und erhöhten Erwärmung durch den jetzt freien Zutritt der Sonnenstrahlen zu suchen, oder in einer wirklich verminderten Quantität der jährlich sich niederschlagenden atmosphärischen Feuchtigkeit, oder endlich auch in einer vermehrten Benutzung des Wassers zur Bewässerung neu angelegter ausgedehnter Kulturen begründet ist. Ohne hier in eine tiefere Erörterung dieser Fragen einzugehen, will ich nur hinzufügen, daß die beobachteten Erscheinungen wahrscheinlich durch das Zusammenwirken aller angedeuteten Ursachen und vielleicht noch durch zahlreiche andere lokale oder mehr allgemeine Verhältnisse bedingt sind. Aus Allem geht zur Genüge hervor, daß die Wälder, welche die Oberfläche eines Landes in größerem oder geringerem Umfange bedecken, einen nicht unbedeutenden Einfluß auf die Gestaltung der klimatischen Verhältnisse ausüben; und daß man bei der Kultur derselben und namentlich bei ihrer Ausrodung diese Einflüsse in ihren Eigenthümlichkeiten sorgfältig in Betracht zu ziehen hat, wenn man nicht eine Rücksichtslosigkeit für künftige Generationen sich will zu Schulden kommen lassen, welche Humboldt mit den folgenden Worten andeutet: „Durch Fällung der Bäume, welche die Berggipfel und Bergabhänge decken, bereiten die Menschen unter allen Himmelsstrichen den kommenden Geschlechtern gleichzeitig eine doppelte Plage: Mangel an Brennstoff und an Wasser."

b. Einfluß des Klimas auf die Entwicklung und Verbreitung der Pflanzen.

Wärme, Feuchtigkeit, die chemische und physikalische Beschaffenheit des Bodens bedingen vorzugsweise das Gedeihen und die Verbreitung der Pflanzen. Wir betrachten zunächst die rein klimatischen Einflüsse auf die Gestaltung der Vegetation eines Landes und verweisen hinsichtlich der Bedeutung des Bodens für dieselbe auf das folgende Kapitel.

Die Höhe der mittleren Jahres- und Sommerwärme eines Ortes wird hauptsächlich durch seine Breitenlage und seine Erhebung über die Meeresfläche bestimmt. Wenn man von der Ebene aus in das höhere Gebirge bis zur Gränze des ewigen Schnees hinaufsteigt, so durchschneidet man verschiedene Vegetationsregionen, die in ihren Extremen auffallende Verschiedenheiten zeigen, an ihren Berührungspunkten aber allmälig in einander übergehen. Diese Vegetationsregionen sind in den verschiedenen Gebirgszügen unter allen Himmelsstrichen durch gewisse ähnliche Charaktere bezeichnet, wenn auch im Einzelnen größere oder geringere Abweichungen beobachtet werden; die Ausdehnung jeder einzelnen Region und deren Höhe über der Meeresfläche ist sehr wechselnd und richtet sich nach den Breitegraden, unter welchen das Gebirge sich hinzieht, nach dessen Oberflächengestaltung, nach dem südlichen oder nördlichen Abhange, wie nach mannichfachen anderen eigenthümlichen und wechselnden Verhältnissen. Beispielsweise theile ich hier die Vegetationsregionen mit, welche Unger für das nordöstliche Tirol aufgestellt hat.

1. Die Region des bebauten Landes, welche von der Thalfläche bis zur Wallnußgränze (2700 Par. F.) reicht und Wahlenberg's unterer Bergregion der Schweiz entspricht. Der Anbau der Cerealien wird auch auf der Nordseite der Bergabhänge betrieben; die Süd- und Südwestlage der Gebirgsabhänge gestattet den Anbau derselben noch in einer Höhe von 3764 Par. F.

2. Die obere Bergregion bis zur oberen Gränze der Buche (4000′); bis zu dieser Höhe gedeiht die Buche noch gut, weiter hinauf wird sie mehr und mehr verkrüppelt, aber steigt strauchartig fast bis 4800′. Der größte und ergiebigste Theil des Holzwuchses fällt in diese Region, besonders an der Nord- und Nordostseite der Bergabhänge, während die südlichen Abhänge theils zu Ackerland, theils zu Bergmähden benutzt werden.

3. Die subalpinische Region, bis zur Gränze der Fichte, 5200′. Die Baumgränze, d. h. dort, wo dieser Baum zum Gestrüppe wird, schwankt zwischen 4998′ und 5223′. Von 4500′ an haben häufig schon Alpenmatten (Niederalpen) die Wälder verdrängt.

4. Die Region der Alpensträucher, bis zur Strauchgränze,

von 5000 bis 7000'. Sie entspricht nur zum Theil der unteren alpinischen Region Wahlenberg's. Rhododendron hirsutum und ferrugineum, Betula viridis, Salix hastata, retusa, reticulata, herbacea und arbuscula steigen am höchsten.

5. Die obere Alpenregion geht über 7000' hinaus. Nur wenige Bergspitzen erheben sich im nordöstlichen Tirol zu dieser Region, ohne die Schneegränze zu erreichen. Flechten und spärliches Gras bekleiden den öden Boden.

Viele Pflanzen, welche von einer Region in die andere sich verbreiten und hier allmälig verschwinden, erleiden, schon ehe sie an Zahl der Individuen abnehmen, eigenthümliche Veränderungen in allen ihren Theilen, Veränderungen, welche fast überall der Gebirgs- oder Alpenflora einen auffallenden Charakter verleihen. Die Pflanzen nämlich erhalten nach und nach einen gedrängteren Wuchs, verhältnißmäßig, oft aber auch absolut größere Corollen und Blüthentheile überhaupt, im Einzelnen aber noch eine geringere Verästelung des Stengels, sparsamere Zertheilung der Blätter und stärkere Ausbildung der Holzfaser. Was höhere Regionen im Großen, das bringt, nach Unger, der Einfluß der nördlichen Lage, tiefer Schluchten 2c. im kleineren Maaßstabe hervor. Pflanzen an der Nordseite der Gebirge unterscheiden sich von den gleichnamigen an der Südseite wachsenden auffallend. Gewöhnlich sind erstere schlank, von zarterem, saftigerem Gewebe und kürzerer Lebensdauer. Bei Bäumen geht der Verholzungsprozeß unvollkommen von Statten und mangelt Feuchtigkeit, so tritt nicht nur bei diesen, sondern auch bei krautartigen Gewächsen Verkümmerung ein. Dagegen entwickelt die Südlage bei übrigens günstigen Nebenverhältnissen, wo nicht Nahrungs- und Wassermangel vorherrscht, die schönste und kräftigste Vegetation.

Wie sehr die Gränzen jener Vegetationsregionen nach der Lage und Beschaffenheit des Gebirges variiren, zeigt auch namentlich die sehr wechselnde Höhe, bis zu welcher der Anbau von Cerealien sich erhebt. In Unterösterreich z. B. erreicht der Anbau der Cerealien im Durchschnitt kaum die Höhe von 3000' und der regelmäßige und sichere Getreidebau geht sogar nur bis 1800', dagegen steigt dieser in den westlichen Alpen bis auf eine Höhe von 4500' und am Südabhange des Monte Rosa fast bis 6000'; im sächsischen Erzgebirge ist über 2200 F. Höhe nicht mehr auf einen lohnenden Getreidebau zu rechnen, welcher im westlichen Skandinavien bei einer Breite von 64° auf die Meeresküste beschränkt ist; am Südabhange des Himalaya hört die Kultur der Cerealien erst bei 9000' Meereshöhe auf, auf dem Plateau von Quito wird noch bei 10,000' und auf der Hochebene von Tibet sogar noch bei einer Höhe von 12,000' Weizen mit Erfolg angebaut, während das

Gedeihen der Gerste diese Gränze noch übersteigt. Im Allgemeinen vermindert sich die Jahrestemperatur im mittleren und südlichen Deutschland um 1° R. für je 5 bis 600 F., welche man höher ins Gebirge hinaufsteigt; und mit dieser Abnahme um 1° verspätet sich der Eintritt der Blüthe und der Ernte bei den Cerealien, wenigstens in den niederen Bergregionen, durchschnittlich um etwa 10 bis 12 Tage. Genaue Beobachtungen über diese Verhältnisse sind nur wenige vorhanden und namentlich fast gar keine, welche viele Jahre hindurch fortgesetzt wären, weshalb man kaum im Stande ist, nur einigermaßen sichere Mittelzahlen aufzustellen. Berghaus fand in den Jahren 1833 und 1834, daß in Sachsen für 1000 F. Erhebung über dem Meeresspiegel sich der Eintritt der Blüthe und der Ernte bei verschiedenen Kulturpflanzen folgendermaßen verspätete:

	Blüthe.	Ernte.
Bei Winterweizen um	22 Tage;	22 Tage,
„ Roggen „	13 „	22 „
„ Hafer „	20 „	14 „
„ Gerste „	22 „	22 „
„ Kartoffel „	23 „	5 „

In folgender tabellarischer Uebersicht sind von Unger einige Pflanzenspecies der Thalfläche von Kitzbühel (nordöstliches Tirol), weder in ganz südlicher, sonniger, noch in ganz nördlicher, schattiger Lage gewachsen, nach ihrer Blüthezeit, wie nach derjenigen, welche bei Salzburg (ungefähr 1000 F. niedriger gelegen) beobachtet wurde, zusammengestellt:

	Kitzbühel. 47°27′ N.B. Mittlere Blüthenzeit.	2350′ Höhe. Zahl der Beobachtungsjahre.	Salzburg. 47°48′ N.B. Mittlere Blüthenzeit.	1390′ Höhe. Zahl der Beobachtungsjahre.	Differenz zwischen beiden.
Corylus Avellana	17. März	3	9. März	7	8 Tage,
Daphne Mezereum	2. April	4	18. „	8	15 „
Anemone Hepatica	6. „	4	25. Febr.	8	40 „
Leucojum vernum	15. „	4	7. März	8	38 „
Viola odorata	16. „	4	25. „	8	22 „
Chrysosplenium alternifolium .	20. „	4	24. „	7	27 „
Primula elatior	20. „	4	2. April	8	18 „
Viola canina	23. „	4	29. März	7	25 „
Fragaria vesca	8. Mai	3	13. April	6	25 „
Prunus Padus	9. „	3	26. „	5	13 „

Unger bemerkt hierzu: In diesem tabellarischen Ueberblicke ist die große Veränderlichkeit der Differenz der Blüthezeiten von Kitzbühel und Salzburg auffallend; sie scheint mit der zweiten Aprilwoche zuzunehmen und bis An-

fang Mai zu dauern und hat vermuthlich ihren Grund darin, daß dieser Monat bei seiner großen Veränderlichkeit im und nächst dem Gebirge, durch Oertlichkeiten bedingt, noch besondere Anomalien hervorruft. Der bei Anemone Hepatica ganz besonders in die Augen springende Unterschied der Blüthezeit von 40 Tagen dürfte indeß wahrscheinlich darin liegen, daß für Salzburg mehrmals das sehr frühe Erscheinen der Erstlingsblumen dieser Pflanze für den Anfang der Blüthezeit genommen wurde. Ziehen wir aus den Blüthen-Differenzen der oben genannten 10, in Kitzbühel und Salzburg durch mehrere Jahre beobachteten Pflanzen das Mittel, so zeigt sich, daß die Frühlingsflora von Salzburg der von Kitzbühel um 23 Tage vorausgeht, welche Erscheinung durch eine Temperaturdifferenz bedingt wird, die nach dem Höhenunterschiede etwa 2° C. beträgt.

Wie mit der Zunahme der Höhe über dem Meeresspiegel, so verspätet sich das Eintreten der verschiedenen Vegetationsperioden auch in den höheren Breitengraden und gleichzeitig bemerkt man hier ebenfalls das allmälige Verschwinden der Pflanzen südlicher Klimate; eine jede Abnahme der mittleren Jahres- und Sommerwärme giebt sich sofort auch kund in deren Einfluß auf die Gestaltung der Vegetation. Wenn aber im Ganzen gewisse große Breitenzonen für die Pflanzen ebenso wie Wärmezonen deutlich sich unterscheiden lassen, so ist doch die Vertheilung der Pflanzenspecies im Einzelnen noch an viele andere eigenthümliche äußere Verhältnisse gebunden, die freilich vorzugsweise durch die herrschende Temperatur, jedoch nicht allein bedingt sind, sondern auch nicht selten in anderen Einflüssen der Luft und des **Bodens** ihre Ursache haben können. Ich verweise hinsichtlich der specielleren Angaben über die Verbreitung der Pflanzen nach Zonen und Reichen, so wie über die Ursachen der hierbei sich zeigenden Anomalien auf die Wissenschaft der Pflanzengeographie und beschränke mich auf einige Mittheilungen über die Temperaturverhältnisse, an welche die Verbreitung wie überhaupt das Gedeihen und Reifwerden der gewöhnlichsten Kulturpflanzen gebunden erscheint, Bemerkungen, die vorzugsweise den von Berghaus gesammelten Beobachtungen entlehnt sind.

Der Reis ist eine Getreideart, deren Fortkommen durch hohe Wärme und große Feuchtigkeit bedingt ist; er verlangt eine mittlere Temperatur der Sommermonate von 23° C.; in der Lombardei und Piemont findet man die nördlichsten Reisfelder, die höchsten am Abhange des Himalaya, 4700 F. über dem Meere. Die Kultur des Mais oder des türkischen Weizens scheint überall möglich zu sein, wo die Sommertemperatur wenigstens 18° beträgt; in Nordamerika wird er angebaut bis zum 54° der Breite, in Südamerika dagegen nur bis zum 40°, in Europa bildet seine nördliche Gränze

der 50° und in einzelnen Fällen der 52°. Der Weizen ist die Pflanze, welche von unseren gewöhnlichen Getreidearten am meisten Wärme erfordert; er verlangt nämlich eine mittlere Temperatur des Sommers von mindestens 14°, welche Temperatur man im nördlichen Europa zuerst in Schottland unter dem 58° der Breite, sodann an der Westküste von Skandinavien bei 64°, im mittleren Schweden bei 62°, im westlichen und inneren Rußland unter 60° bis 59°, im Innern von Nordamerika unter 58°, an der Ostküste aber erst unter 50° der Breite findet; seine südliche Gränze bezeichnen die Gegenden, wo die Temperatur der drei kühlsten Monate + 20° bis 21° nicht übersteigt. Der Winterweizen verträgt nicht mehr ein Klima, dessen Temperatur an den kältesten Tagen des Winters häufig unter — 20° herabsinkt, während der Sommerweizen in solchen Gegenden häufig noch mit großem Erfolge kultivirt wird. Der Roggen gedeiht noch bei einer Sommertemperatur von 13° an der Westseite von Skandinavien bis zum 67° der Breite, an der Ostseite bis 65° oder 66°, im Innern von Rußland bis 62°,5. Die Polargränze des Hafers liegt in Schottland auf 58°,5 der Breite, in Norwegen auf 65°, in Schweden auf 63°,5, in Rußland fällt sie mit der Polargränze des Roggens nahe zusammen. Die am weitesten gegen den Pol vorgeschobene Getreideart ist die Gerste; man sieht Gerstefelder im äußersten Norden von Schottland, auf den Orkaden und den Shetländischen Inseln, ja selbst auf den Faröern, am äußersten Nordende von Europa, am Nordkap, im 70° der Breite, am Weißen Meer unter dem Polarkreis, in der Mitte von Sibirien zwischen 58° und 59° der Breite. Diese Getreideart hat von allen übrigen Cerealien die kürzeste Vegetationsperiode und bedarf den geringsten Wärmegrad, da eine mittlere Sommerwärme von 8° zu ihrem Gedeihen schon hinreichend zu sein scheint. Die Kartoffel kommt in einigen Varietäten unter noch kälteren Klimaten fort, als die Gerste, so daß eine frühzeitige Art sogar auf Island noch angebaut werden kann. Der Weinstock gedeiht in Europa zwischen 36° und 48° der Breite und giebt ein edles Gewächs überall da, wo die Jahrestemperatur 10° bis 17° C., auch da noch, wo sie 9° beträgt, bei einer Wintertemperatur von 1° und einer Sommerwärme von 19° bis 20°, und zwar in der Ebene bis 50° nördlicher Breite, in Amerika nur bis 40°, wo der mittleren Temperatur des Jahres von 9° eine mittlere Winterkälte von — 1°,5 entspricht.

Ueberall, wo die mittlere Jahreswärme unter 17° ist, tritt das Erwachen des vegetabilischen Lebens im Frühlinge in dem Monate ein, dessen mittlere Temperatur 6° bis 9° beträgt. Der Pfirsichbaum blüht, wenn die mittlere Temperatur eines Monats 5°,5, der Pflaumenbaum, wenn sie 8°,2 erreicht; die Birke schlägt bei einer mittleren Monatstemperatur von

11° aus; in Rom findet dies im März, in Paris Anfang Mai, in Upsala in der Mitte des Juni statt; auf dem Nordkap kommt die Birke nicht mehr fort, weil die mittlere Temperatur des heißesten Monats nur 8°,1 beträgt. Die Weizenernte beginnt in den Umgebungen Neapels im Juni, im mittleren Deutschland Ende Juli, im südlichen England und in Mittelschweden Anfang August; man erntet die Gerste bei Neapel im Juni, im mittleren Deutschland Ende Juli, in England den 14. August, in Mittelschweden den 4. August. Wegen der verhältnißmäßig größeren Wärme, die im Sommer in Schweden herrscht und der dort rascheren Vegetation, als in England, fällt die Weizenernte im südlichen England nicht früher, als auf den Feldern um Upsala, sondern sie beginnt zu gleicher Zeit, und es reift in England die Gerste 10 Tage später als in Schweden, denn der Juli hat in England eine mittlere Temperatur von 16°, in Upsala dagegen von 17°, der August in England auch noch 16°, in Schweden nahe dieselbe Temperatur, nämlich 15°,7 C. (Berghaus). Die Stachelbeere entfaltet ihre Knospen an einem Tage, dessen mittlere Temperatur wenigstens 5°,25 C. beträgt, die Johannisbeere bei 6°,10, die Roßkastanie bei 7°,5, der Apfel bei 7°,6, die Sauerkirsche bei 7°,8, der Weinstock bei 10°,5 C.; die Roßkastanie fängt an zu blühen bei 11°,5, der Apfel bei 9°,1, die Sauerkirsche bei 8°,2 C. Zur Reife der Johannisbeere sind wenigstens 16°,9 C. erforderlich, zur Reife der Sauerkirsche 15°,2, des Weinstocks 22°,5 C. Nach Schleiden ist es nicht unbedingt richtig, daß die Pflanzen immer an einem Tage von bestimmter Temperatur ausschlagen, sondern dies hängt von der vorhergehenden Temperatur ab, auch ist es für die folgende Entwicklung keineswegs gleichgültig, ob eine vorhergehende Lebensperiode langsam oder rasch verlaufen ist. So ist es bei dem Weinstock eine alte Erfahrung, daß seine gesunde Entwicklung abhängig ist von dem vorhergehenden Jahre, oder, wie man sich ausdrückt, davon, ob das Holz „reif" geworden ist.

Aus Beobachtungen, welche im Jahre 1829 an sehr verschiedenen Orten in Europa und Nordamerika angestellt wurden, hat sich ergeben, daß die Blüthenentwicklung in der gemäßigten Zone im Mittel um 4 Tage sich verspätet bei 1° wachsender Breite. Da 1° wachsender Breite im Allgemeinen einer Verminderung der mittleren Jahrestemperatur um etwa 0°,6 C. entspricht, so wird jene Verspätung der Blüthezeit für die Temperaturabnahme um 1° in der Ebene noch nicht 8 Tage ausmachen, während wir vorher gesehen haben, daß für dieselbe Temperaturabnahme eine Verspätung durchschnittlich von 10 bis 12 Tagen eintritt, wenn man aus der Ebene ins höhere Gebirge hinaufsteigt, woraus also folgt, daß im Gebirge noch andere Ursachen, außer der Abnahme der mittleren Temperatur auf die Verspätung der

Vegetation einwirken müssen, z. B. vielleicht der geringere Luftdruck und andere eigenthümliche Zustände der Atmosphäre und des Erdbodens. Nach den im Jahre 1829 angestellten correspondirenden Beobachtungen entwickelten sich die Blüthen, in der Zone von 45° bis 60° nördlicher Breite, in Zürich 6, in Tübingen 13, in Jena 17, in Berlin 25, in Hamburg 33, in Greifswald 36, in Christiania 52 Tage später, als in Parma. In den höheren geographischen Breiten, in den nördlich von Deutschland gelegenen Gegenden, verspätet sich die Entwicklung der Vegetation weniger, als in den südlicher gelegenen Landschaften; die Verzögerung der Blüthenentwicklung beträgt zwischen Hamburg und Christiania für 1° wachsender Breite nur 3,4 Tage, während sie zwischen Deutschland und Smyrna in Kleinasien, welches mit den südlichsten Spitzen Europas unter gleicher Breite liegt, für dieselbe Entfernung 7,4 Tage ausmacht. Die Ursache dieser Verschiedenheit beruht auf der verschiedenen Tageslänge, welche in höheren geographischen Breiten während der wärmeren Jahreszeit weit schneller zunimmt, als in südlichen Parallelen, und hierdurch wird die Vegetation zu einer schnelleren Entwicklung bestimmt.

Der Eintritt der Vegetation und die Dauer der einzelnen Perioden derselben ist an einem und demselben Orte nach den jedesmaligen Witterungsverhältnissen mehr oder weniger bedeutenden Schwankungen unterworfen, wie sich namentlich aus den 1841 und 1844 in Brüssel angestellten Beobachtungen ergiebt:

Von dem Ausschlagen bis zur Blüthe;

	Apfel.	Johannisbeere.	Linde.	Wein.
1841	31 Tage	8 Tage	51 Tage	62 Tage,
1842	28 „	19 „	56 „	53 „
1843	25 „	5 „	74 „	75 „
1844	15 „	8 „	72 „	64 „

Von der Blüthe bis zur Fruchtreife:

1841	— „	75 „	— „	— „
1842	— „	74 „	— „	— „
1843	— „	80 „	— „	87 „
1844	— „	62 „	— „	129 „

Von dem Ausschlagen bis zum Blattfall:

1841	226 „	— „	199 „	— „
1842	223 „	239 „	211 „	— „
1843	226 „	231 „	201 „	202 „
1844	212 „	220 „	201 „	196 „

Die Schwankungen der gesammten Vegetationstage bei den hier erwähnten Pflanzen sind im Ganzen nicht bedeutend, indem sie bei dem Apfel und der Linde nur bis 6 Prc., bei der Johannisbeere bis 8,5 Prc. ausmachen, dagegen ist die Zahl der Tage von dem Ausschlagen bis zur Blüthe sehr wechselnd; sie variirt bei der Linde und dem Wein um 50 Prc., bei dem Apfel und der Johannisbeere noch weit mehr. Zur Erklärung dieser Schwankungen, namentlich in Betreff der sämmtlichen Vegetationstage einer Pflanze, hat Boussingault eine Theorie aufgestellt, welche er in zahlreichen Beobachtungen unter verschiedenen Himmelsstrichen glaubt bestätigt gefunden zu haben. Boussingault bezeichnet seine Ansicht mit folgenden Worten: „Die Anzahl der Tage, welche den Beginn der Vegetation von ihrer Vollendung trennt, ist um so größer, je mehr die mittlere Temperatur, unter deren Einfluß sie vegetirt, abnimmt. Die Dauer der Vegetation wird dieselbe sein, wie verschieden außerdem auch das Klima ist, wenn diese Temperatur in beiden Fällen dieselbe ist; sie wird um so kürzer oder länger, je nachdem die mittlere Temperatur des Cyclus selbst höher oder niedriger ist; mit anderen Worten, die Dauer der Vegetation scheint zu der mittleren Temperatur im umgekehrten Verhältnisse zu stehen, so daß, wenn man die mittlere Temperatur mit der Anzahl der Tage, während welcher eine und dieselbe Pflanze in den verschiedenen Klimaten vegetirt, multiplicirt, man fast gleiche Zahlen erhält. Dieses Resultat ist nicht allein dadurch bemerkenswerth, daß es anzuzeigen scheint: die Pflanze empfange während ihres Bestehens unter allen Breiten und in jeder Höhe eine gleiche Quantität Wärme, sondern es kann auch daraus eine unmittelbare Anwendung gezogen werden, indem man dadurch in den Stand gesetzt wird, im Voraus zu beurtheilen, ob es möglich ist, ein Gewächs in einer Gegend, von welcher man die mittlere Temperatur der Monate kennt, zu akklimatisiren."

Ich stelle die von Boussingault gesammelten Beobachtungen in dem Folgenden übersichtlich zusammen und füge denselben die von Gräger mitgetheilten Erfahrungen aus der Gegend von Mühlhausen in Thüringen bei.

Ort der Beobachtung und Species der Pflanze.	Zahl der Vegetationstage.	Mittlere Temperatur.	Produkt aus beiden.
Elsaß, Winterweizen	137 Tage	15°,0	2055
Elsaß, Sommerweizen	131 „	15°,8	2069
Paris, Winterweizen	160 „	13°,4	2161
Alais, Winterweizen	146 „	14°,4	2092
Kingston, Winterweizen	122 „	17°,2	2098
Kingston, Sommerweizen	106 „	20°,0	2120
Cincinnati, Sommerweizen . . .	137 „	15°,7	2151

Ort der Beobachtung und Species der Pflanze.	Zahl der Vegetationstage.	Mittlere Temperatur.	Produkt aus beiden.
Hochebene von Bogota, Sommerweizen	147 Tage	14°,7	2261
Quinchuqui (Quito), Sommerweizen	181 „	14°,0	2534
Turmero (Venezuela), Sommerweizen	92 „	24°,0	2208
Truxillo (Venezuela), Sommerweizen	100 „	22°,3	2230
Mühlhausen, Winterweizen	176 „	11°,14	1960
Elsaß, Wintergerste	122 „	14°,0	1748
Elsaß, Sommergerste	92 „	19°,0	1708
Alais, Wintergerste	137 „	13°,1	1795
Mühlhausen, Sommergerste . . .	114 „	15°,5	1790
Aegypten, Sommergerste	90 „	21°,0	1890
Kingston, Sommergerste	92 „	19°,0	1738
Cumbal (Aequator), Sommergerste .	168 „	10°,7	1798
Santa-Fé de Bogota, Sommergerste .	122 „	14°,7	1793
Elsaß, Mais	153 „	16°,7	2550
Alais, Mais	135 „	22°,7	3064
Kingston, Mais	122 „	22°,0	2684
Magdalenenstrom, Mais	92 „	27°,5	2530
Zupia, Mais	137 „	21°,5	2887
Plateau von Bogota, Mais . . .	183 „	15°,0	2745
Elsaß, Kartoffel	183 „	16°,1	2944
Alais, Kartoffel	153 „	21°,1	3228
Mühlhausen, Kartoffel	133 „	15°,6	2050
Venezuela, Kartoffel	120 „	25°,5	3060
Merida (Cordilleren), Kartoffel . .	137 „	22°,0	3014
Santa-Fé, Kartoffel	200 „	14°,7	2930
Pinantura (Cordilleren), Kartoffel .	276 „	11°,0	3036

Quetelet hat zur Bestimmung der Wärmemenge, welche eine Pflanze während ihrer Vegetationszeit verlangt, eine andere Methode in Vorschlag gebracht; man nimmt hierfür nämlich nicht, wie Boussingault, die Summe der mittleren Temperaturen der einzelnen Vegetationstage, sondern die Summe der Quadrate dieser Temperaturen. Nach den von Quetelet gemachten Beobachtungen bedarf z. B. die Syringe, um zur Blüthe zu kommen, eine Temperaturmenge, welche durch die Zahl 476 bezeichnet wird, wenn man, von dem ersten frostfreien Tage an gerechnet, die mittleren Temperaturen der Tage zusammenzählt oder durch die Zahl 4296, wenn man die Quadrate der mittleren Temperaturen addirt. Fängt man nun in irgend einem Jahre vom ersten frostfreien Tage an die mittleren Temperaturen der Tage zusammenzuzählen, so muß der Tag, an welchem man die Zahl 476 erreicht, auch der Tag sein, an welchem die Blüthen der Syringe sich öffnen; ebendasselbe Resultat muß man erhalten, wenn man die Quadrate der mittleren Temperaturen zusammenzählt, bis man die Zahl 4296 erreicht. In wie weit eine

solche Berechnung der Blüthezeit mit der wirklichen Blüthezeit übereinstimmt, mag die folgende von Schleiden mitgetheilte Tabelle nachweisen:

Jahr.	Erster frostfreier Tag.	Das Eintreten der Blüthe von Syringa vulgaris bestimmt durch: die Summe der mittleren Temperaturen.	die Summe der Quadrate der mittl. Temp.	die Beobachtung.
1839	14. März	10,5 Mai	9,3 Mai	10. Mai
1840	3. „	4,0 „	2,2 „	28. April
1841	2. „	23,5 April	23,0 April	24. „
1842	27. Januar	22,5 „	27,3 „	28. „
1843	25. „	19,5 „	19,7 „	20. „
1844	25. „	22,0 „	23,5 „	25. „
	Im Mittel	27,0 „	27,5 „	27,5 „

Man sieht, daß im Allgemeinen die Berechnung nach den Quadraten der Temperaturen besser mit der Wirklichkeit übereinstimmt, als das durch Addition der mittleren Temperaturen gefundene Resultat. Jedoch sind auch bei der ersteren Berechnungsweise, namentlich wenn man andere Beobachtungen zu Grunde legt, vielfache Schwankungen und Abweichungen zu bemerken, wie sie auch nothwendig eintreten müssen, weil die Wärme, so bedeutungsvoll sie auch für die Entwicklung der Pflanze jedenfalls ist, dennoch keineswegs das allein die Beschleunigung oder Verspätung der Vegetation bestimmende Moment ausmacht. Es wurde schon erwähnt, daß bei ausdauernden Gewächsen die Witterungs- und Wachsthumsverhältnisse des vorhergehenden Jahres stets auch mehr oder weniger deutlich in den Vegetationserscheinungen des nachfolgenden Sommers sich kundgeben, und ebenfalls ist darauf aufmerksam gemacht worden, daß die Länge der Tage oder die Dauer der täglichen Einwirkung des Lichtes wesentlichen Einfluß äußert auf den Verlauf der ganzen Vegetation einer bestimmten Pflanze; es nimmt deshalb in den nördlichen Breiten die Verspätung des Eintritts der Blüthe und der Fruchtreife mit der Temperaturerniedrigung lange nicht so rasch zu, als dies in den südlicheren oder wärmeren Breiten beobachtet wird; und ebenso ist dort die Zahl der gesammten Vegetationstage nicht so groß, als sie im Verhältniß zu der niedrigen Temperatur eigentlich sein müßte. Im kalten Norden wird gleichsam zu Gunsten der Vegetation ein Theil der nöthigen Wärme durch die hier vorhandene längere Einwirkung des Lichtes ersetzt. Als Beispiel mögen die folgenden Angaben über die Kultur der Kartoffel dienen:

Jahr.	Ort.	Vegetationstage.	Mittlere Temperatur.	Produkt beider.
1838	Kopenhagen . . .	124	13°,02	1615
1841	Kopenhagen . . .	147	12°,10	1779
1842	Kopenhagen . . .	166	11°,73	1947
	Mühlhausen . . .	133	15°,56	2050
	Elsaß	183	16°,10	2944
	Alais	153	21°,10	3228

Ein anderes wichtiges Mittel, welches außer Wärme und Licht die Entwicklung der Pflanze in allen ihren verschiedenen Perioden unterstützt, ist die Feuchtigkeit. Es ist bekannt genug, daß große Wärme mit zu großer Trockenheit verbunden das Gedeihen der Pflanze nicht fördert, sondern im Gegentheil den ganzen Assimilationsprozeß in derselben verlangsamt, so daß unter solchen Verhältnissen jenes Produkt der mittleren Temperatur und der Anzahl der Vegetationstage viel zu hoch, also ungenau ausfallen muß. Daß ferner auch die Wärme und Wasser absorbirende und zurückhaltende Kraft des Bodens, wie dessen Düngungs- und Kulturzustand bei einem Versuche zur genaueren Bestimmung der Vegetationszeit in Betracht zu ziehen ist, bedarf wohl keiner weiteren Ausführung. Die Wärme ist nur eine Bedingung für das Pflanzenleben, und die einseitige Beurtheilung des letzteren nach der Höhe der Temperatur, welcher es unterworfen ist, kann niemals zu sicheren Folgerungen führen. Interessant sind aber jene Versuche, die Erscheinungen der Vegetation durch gewisse Zahlen zu begränzen und festzustellen, weil sie neue Gesichtspunkte uns eröffnen für die Erforschung des vegetabilischen Lebens, weil sie eben in ihrer Mangelhaftigkeit die Bedeutung sämmtlicher Bedingungen für das Gedeihen der Pflanze uns erkennen lassen, und weil sie stets aufs Neue uns anregen zu genauen Beobachtungen der Natur nach den verschiedensten Richtungen hin, mit deren Hülfe es gelingen muß, die Gesetze immer klarer zu erkennen, nach welchen die Bildungen im lebendigen Organismus, wie die Veränderungen in der Mineralwelt unzweifelhaft bestimmt und geordnet sind.

Wie die Masse und Häufigkeit der Feuchtigkeitsniederschläge im Allgemeinen auf den Verlauf der ganzen Vegetation einwirkt, so wird auch der jedesmalige Charakter der letzteren oder das Vorkommen und die Verbreitung einzelner Pflanzenspecies wesentlich bedingt durch die jährliche Regenmenge und ganz besonders durch deren Vertheilung auf die einzelnen Jahreszeiten. Eine größere Menge der Feuchtigkeit erzeugt, wie Unger bemerkt, Wälder und dünnblättrige Pflanzen, eine geringere Menge ruft Pflanzen mit trocknen, saftlosen Blättern, blattlose, stachlige und behaarte Gewächse oder saftige Zwiebelgewächse und Fettpflanzen hervor. Die vorübergehenden heftigen Regen der Tropenländer wirken anders auf die Vegetation als die kleinen, aber häufig wiederkehrenden der gemäßigten Klimate. Jene sagen einer massigen Vegetation zu, diese begünstigen vorzugsweise die zarte Moosbildung. Kämtz spricht sich über das Verhalten des Regens zur Vegetation folgendermaßen aus. Die Temperatur und Helligkeit des Sonnenlichtes im Sommer ändern sich dann am meisten, wenn heitere und Regentage wechseln. Wo also die Sommerregen fehlen oder nur unbedeutend sind,

werden diese Oscillationen geringer; ohne daß die mittlere Wärme einen beträchtlich höheren Grad erreicht, befolgt sie einen mehr regelmäßigen Gang. Schon längst ist darauf aufmerksam gemacht worden, daß die Flora des südlichen Frankreichs bedeutend von der des mittleren abweiche. Pflanzen, die in großer Menge am Meeresufer wuchern, kommen bei Lyon nicht fort; die mittlere Jahreswärme dieser Gegenden ist wenig verschieden: hierin kann der Grund der Differenz nicht liegen, ebenso wenig in der geognostischen Verschiedenheit des Bodens. Wenn auch Pflanzen vorzugsweise auf einer Gesteinsart fortkommen und auf anderen fehlen, so werden dadurch zwar Differenzen in der Vertheilung dieser Species erzeugt, nie aber wird der Charakter der ganzen Flora geändert. De Candolle hat im zweiten Bande der Flore française eine Karte von Frankreich geliefert, auf welcher er mit Ausschluß der Gebirgsgegenden drei Floren unterscheidet, die des südwestlichen Frankreichs (Bordeaux, Toulouse, La Rochelle), die des mittleren Frankreichs und die des südlichen Rhonethales. Man darf aber diese einzelnen Regionen nur mit den hier vorhandenen Regenverhältnissen vergleichen, um sich zu überzeugen, daß letztere die Hauptrolle dabei spielen. Während nämlich in der ersteren Region die Sommerregen häufig sind, nehmen sie an Zahl in der zweiten, noch weit mehr aber in der dritten ab. Ganz ähnliche Erscheinungen beobachtet man in Italien. In der Nähe von Genua gedeihen Palmen nicht sowohl, weil sie durch die Alpen vor den Nordwinden geschützt werden, da diese wahrscheinlich ebenso vorherrschend sind als in Padua, oder weil die Linien gleicher Wärme hier eine bedeutende Biegung erleiden, sondern weil die Sommerregen und damit die häufigen Temperaturdepressionen fehlen. Daher ist die Flora von Genua eine ganz andere als die von Piemont; nicht die dazwischenliegende Bergkette verhindert die Wanderung der Pflanzen, sie wirkt nur mittelbar, indem sie eine Verschiedenheit der Klimate bedingt. Auch bemerkte schon Saussure die Differenz, welche die Alpen erzeugen. Bei Aosta traf er die Celtis australis und viele Kräuter, welche nördlich von den Alpen nicht wachsen.

E. Einfluß der chemischen und physikalischen Beschaffenheit des Bodens auf die Verbreitung der Pflanzen.

a. Einfluß der Bestandtheile des Bodens.

Entschieden hervortretende eigenthümliche Charaktere eines Bodens lassen sich stets auch in ihrem Einfluß auf die Gestaltung der auf diesem Boden sich entwickelnden Vegetation erkennen. Man hat versucht, nach dem Zusammenhange zwischen den Bodenbestandtheilen und dem Gedeihen der Pflanzen, die

letzteren in gewisse große Abtheilungen zu bringen; unter neueren Botanikern hat namentlich Unger mit dieser Art der Klassifikation der Pflanzen sich beschäftigt, zu deren Charakteristik ich nur ganz in der Kürze die folgenden Notizen gebe.

Ein Boden, welcher eine bedeutende Menge von Chlornatrium enthält (Salzboden), erzeugt bekanntlich eine eigenthümliche Gruppe von Pflanzen, die Halophyten oder Salzpflanzen, wohin z. B. die Gattungen Salsola, Anabasis, Salicornia, Mesembryanthemum, zum Theil auch Chenopodium, Glaux, Atriplex u. a. m. gehören. Ein sogenannter Salzboden findet sich am Meeresstrande und auch im Innern des Landes an Salzquellen, einigen größeren Landseen und in weiten Ebenen und Steppen. Es ist jedoch zu bemerken, daß sehr viele von den eigentlichen Meerstrandpflanzen nicht ins Innere des Landes sich hineinziehen, nur bei einzelnen ist dies der Fall; so findet man auf Salzboden im Innern von Deutschland von eigentlichen Strandpflanzen nach Unger fast nur die folgenden: Salicornia herbacea, Chenopodium maritimum, Triglochin maritimum, Arenaria marina, Scirpus maritimus, Glaux maritima, Aster Tripolium, Plantago maritima, Glyceria maritima und Cyperus pannonicus. Dagegen scheint das Vorkommen von Ruppia maritima, Rumex maritimus, Atriplex litoralis, Chenopodium maritimum, Artemisia maritima, Statice Limonium u. a. auf den eigentlichen Meeresstrand beschränkt. An dem Ausgehenden des Salzthones von Salzflötzen in Tirol fand Unger keine Salzpflanzen, woraus er schließt, daß die Qualität des Bodens auf Strichen von so geringer Ausdehnung von den Umgebungen gleichsam verdunkelt wird.

Auch das reichliche Vorkommen von Gips im Boden hat Einfluß auf das Vorkommen bestimmter Pflanzen. Auf dem Gipsboden findet man mehrere Arten von Gypsophila, Gymnostomum curvirostrum, Urceolaria gypsacea, Sarcoscyphus (Jungermannia) gypsophilus.

Als den Kiesel- oder Sandboden vorzugsweise charakterisirend werden genannt: Arundo arenaria, Elymus arenarius, Festuca bromoides und myurus, Avena caryophyllea, Aira canescens und praecox, Carex arenaria, Panicum verticillatum, Plantago arenaria, Herniaria glabra, Jasione montana, Gnaphalium arenarium, Statice armeria, Astragalus arenarius u. a. m.

Den Thonboden, namentlich den aus Thonschieferfelsen entstandenen, bezeichnen unter andern folgende Pflanzen: Collema limosum, Parmelia saxatilis, Equisetum arvense, Bromus giganteus, secalinus und arvensis, Lathyrus tuberosus, Stachys palustris und arvensis, Tussilago Farfara, Petasites vulgaris, Potentilla reptans und argentea, Thlaspi campestre,

Veronica arvensis, Hieracium intybaceum und grandiflorum, Rhododendron ferrugineum.

Noch ausgezeichneter soll der Kalkboden durch die Vegetation charakterisirt sein, wo nämlich der Kalk als große und ausgedehnte Gebirgsmasse auftritt. Man unterscheidet nach Unger:

1. Pflanzen, die diesem Boden ausschließlich eigenthümlich sind, die man auch kalkstete Pflanzen nennt, z. B. Sesleria coerulea, Phleum Michelii, Centaurea montana, Convallaria majalis, multiflora und verticillata, Erica herbacea, Seseli glaucum, Biscutella laevigata, Polygala Chamaebuxus, Rubus saxatilis, Hieracium saxatile, Leontodon Taraxaci und incanus, Centaurea montana, Plantago montana, Asperula odorata, Gentiana cruciata, Pyrola rotundifolia, Rhododendron hirsutum u. a.

2. Pflanzen, die dem Kalkboden nur vorzugsweise zukommen (kalkholde Pflanzen), z. B. Veronica urticaefolia, Gentiana asclepiadea und ciliata, Sedum album und Telephium, Anemone narcissiflora, Anthyllis vulneraria, Alchemilla alpina, Luzula maxima, Campanula pusilla, Primula veris und auricula, Vinca minor, Rosa alpina, Saxifraga aphylla u. a.

Der Torf- oder Moorboden erzeugt überall eine in Gattungen und Arten sehr übereinstimmende und gleichförmige Vegetation. Es ist zum Erstaunen, bemerkt Unger, wie diese einfache Combination von physikalisch-chemischen Verhältnissen auf die Pflanzengruppirung von solchem Einfluß ist, daß man Pflanzen der entferntesten Orte, Länder und Himmelsstriche ganz friedlich im geselligen Vereine auf dieser Unterlage sich versammeln sieht. Gewächse des äußersten Nordens, sowohl des europäischen wie des amerikanischen Continents und seiner Inseln erscheinen auf den Torfmooren des mittleren Europa's in Thälern und auf Bergen wieder und es scheint, als ob diese Sammelplätze alle, selbst die eingreifendsten, klimatischen Unterschiede auszugleichen im Stande wären.

Wahlenberg (für Schweden), Thomson (England), Zahlbruckner (nordöstliche Alpen) u. A. haben schon vor Unger auf die nach den geognostischen Verhältnissen abweichende Vegetation, namentlich in Berggegenden aufmerksam gemacht, und Lachmann hat in seiner Flora Braunschweigs die Pflanzen sogar nach allen einzelnen Gebirgsformationen gruppirt.

Ehe ich selbst hinsichtlich der vorliegenden Frage meine Ueberzeugung ausspreche, will ich noch einige Autoritäten erwähnen, welche mehr oder weniger entschieden gegen die Ansicht sich ausgesprochen haben, daß die chemische Zusammensetzung des Bodens vorzugsweise das Bestimmende sei für das Vorkommen und die Verbreitung gewisser Pflanzenarten. Unger selbst

gesteht zu, daß auf das Vorkommen der bei weitem größten Anzahl der Pflanzenarten (die er deshalb auch bodenvage Pflanzen nennt) die Qualität des Bodens nicht bestimmend wirke; solche Arten kommen bei den verschiedensten Mischungsverhältnissen des Bodens vor und richten sich deshalb in ihrer Verbreitung weder nach einer bestimmten Gebirgsart, noch nach den vorherrschenden Bestandtheilen des Bodens. Ferner bemerkt Unger: Schon nach einer oberflächlichen Vergleichung fällt es in die Augen, daß die dem Kalke gegenüberstehende Formation des Thonschiefers (in Tirol) bei weitem jenen Einfluß auf Gewächse, wodurch eine gewisse Bodenstetigkeit bedingt wird, nicht ausübt, und daher nur wenige Pflanzen auf die Benennung schieferstete mit Recht Anspruch machen können; die eigentlichen schieferstéten Pflanzen unter den Phanerogamen sind fast ohne Ausnahmen Hochgebirgspflanzen. Endlich fand auch Unger, daß bodenstete Pflanzen einzeln hier und da auf den, ihnen in der Regel nicht entsprechenden, Gebirgsarten vorkommen, so unter andern Kalkpflanzen auf Thonschiefergebirgen, Schieferpflanzen auf Kalkboden, und daß diese Unregelmäßigkeit sich nicht selten sogar auf eine größere Anzahl von Individuen erstreckt.

Eine bekannte Erscheinung ist es, daß eine und dieselbe Pflanzenspecies in verschiedenen Ländern oft auf ganz entgegengesetzten Boden- oder Gesteinsarten vorkommt; so fanden sich von 39 Pflanzenarten, die nach Wahlenberg in den Karpathen auf Kalkformation erscheinen, 22 in der Schweiz und in Lappland auch auf Granit, von 6 dort dem Granit eigenthümlichen Pflanzen, 3 hier auch auf dem Kalk; Helleborus niger kommt in Tirol nur auf Alpenkalk vor, anderwärts auch auf Schiefer und selbst Erica herbacea nach Schouw auch auf vulkanischen Gebirgsarten. Unger sieht die Ursache dieses veränderlichen Vorkommens sonst bodensteter Pflanzen darin, daß einerseits entgegengesetzte Gebirgsarten in ihren Bestandtheilen zum Theil verwandt sind, oder doch auf der Oberfläche einen ähnlichen Boden erzeugen (wie Granit, Gneis, Glimmer-, Chlorit-, Thonschiefer), andererseits aber die Natur mancher Pflanze durch Akklimatisation in Bezug auf ihre Nahrung einige Veränderungen zu erleiden im Stande sei und daher manche Differenzen wieder ausgleiche.

Aber auch hinsichtlich der Flora eines und desselben Landes haben berühmte Botaniker sich gegen die Ansicht von einer wesentlichen Einwirkung der Bestandtheile des Bodens auf die Vertheilung der Pflanzen ausgesprochen. So behauptet Decandolle nach vieljährigen Beobachtungen in Frankreich, daß jede Pflanze in jeder Erdart wachsen könne und daß man nur in einer beschränkten Gegend Pflanzen antreffe, welche da einem gewissen Boden eigenthümlich seien. Nach Schouw sind in den Appenninen zwischen den

Urgebirgen und dem Kalkgebirge keine besonderen Abweichungen hinsichtlich der Vertheilung der Pflanzen zu erkennen und noch weniger zwischen den Kalkgebilden und den vulkanischen Gebirgsarten Italiens. Auch Schleiden bemerkt, daß die Vertheilung der wildwachsenden Pflanzen in höherem Grade, als von den einzelnen Bestandtheilen des Bodens, von seinen physikalischen Eigenschaften und von klimatischen Verhältnissen bedingt sei, eine Ansicht, der wohl gegenwärtig die Mehrzahl der Botaniker beipflichten, welche auch ich für die richtige halte und in dem Folgenden versuchen werde, weiter zu begründen.

Chemisch kann ein Boden auf das Vorkommen gewisser Pflanzen nur einwirken durch seine auflöslichen oder doch leicht in den auflöslichen Zustand übergehenden Bestandtheile und zwar nur durch diejenigen Substanzen, welche direkt von der Pflanze aufgenommen werden und also als wesentliche Nahrungsstoffe für die letztere zu betrachten sind. Es ist sehr natürlich, daß die Gegenwart einer größeren oder geringeren Menge solcher pflanzenernährenden Stoffe im Boden auch eine größere oder geringere Fruchtbarkeit des letzteren für die Entwicklung der vegetabilischen Substanz überhaupt bedingt und ebenso selbstverständlich ist es, daß, wenn ein einzelner Nahrungsstoff in besonders großer Quantität im Boden enthalten ist, hierdurch das Vorkommen und Gedeihen vorzugsweise derjenigen Pflanzen begünstigt wird, welche zu ihrem freudigen Wachsthum gerade von jenem Stoffe eine besonders große Menge bedürfen. Diesen hier angedeuteten Einfluß sehen wir sehr ausgezeichnet in dem sogenannten Salzboden ausgesprochen, welcher durch seinen Reichthum an Kochsalz, also an leicht auflöslichem Natron das Hervorkeimen und die üppige Entwicklung der Salz- oder Natronpflanzen möglich macht; hier findet also ein direkter Zusammenhang statt zwischen den Bestandtheilen des Bodens und der auf demselben gedeihenden Vegetation. In ähnlicher Weise scheinen ferner einzelne, freilich verhältnißmäßig wenige Pflanzen, zu ihrem völligen Gedeihen einen besonders großen Gipsgehalt des Bodens zu verlangen. Wie man in der hier in Rede stehenden Beziehung von einem Natron- und Gipsboden spricht, so könnte man auch die Benennungen: Kali-, Kieselsäure-, Phosphorsäureboden rc. rechtfertigen, indem diejenigen Pflanzen, welche eine besonders große Menge von jenen Mineralstoffen in sich aufzunehmen und zu verarbeiten vermögen, auch da am üppigsten sich entwickeln müssen, wo dieselben reichlich im Boden ihnen dargeboten werden, immer vorausgesetzt, daß alle übrigen Bedingungen zu ihrer Entwicklung gleichmäßig vorhanden sind. Es ist indeß wohl zu beachten, daß ohne Kali und Phosphorsäure keine einzige Pflanze, ohne Kochsalz und Gips aber sehr viele Pflanzen existiren können; es wird also durch das Vorkommen der letzteren Bestandtheile im

Boden die Existenz einzelner Pflanzen erst möglich, aber daraus folgt nicht, daß die allgemeinen Nahrungsstoffe, zu welchen Kali und Phosphorsäure gehören, ebenfalls das Vorkommen dieser oder jener Pflanze förmlich bedingen. Es ist bekannt, daß unter dem Einfluß geringerer Kalimengen wohl vorzugsweise solche Pflanzen auftreten, welche an sich schon zu ihrer vollständigen normalen Entwicklung nur wenig Kali bedürfen, aber keineswegs ausschließlich, sondern oft auch sehr kalireiche Pflanzen, die letzteren jedoch nur in dürftiger Entwicklung. Auf der andern Seite wird durch einen vermehrten Kaligehalt im Boden die Gestaltung der Vegetation immer mannichfaltiger, aber ohne daß die früher schon vorhandenen Pflanzen verschwinden, sie entwickeln sich im Gegentheil in einzelnen oder in allen ihren Theilen, wenigstens bis zu einer gewissen Gränze, weit üppiger, als vorher, sie nehmen gewissermaßen in Folge ihrer massenhaften Entwicklung den Charakter wirklicher Kalipflanzen an.

Wenn aber auch ein direkter Zusammenhang zwischen den auflöslichen Mineralstoffen im Boden und den auf dem letzteren gedeihenden Pflanzen vorhanden ist, obgleich mit Rücksicht auf diesen Zusammenhang durchaus keine sicher zu begränzende Bodenklassen und Pflanzengruppen aufgestellt werden können, so ist doch soviel klar, daß der reine Quarzsand und der Thon keinerlei direkten Einfluß auf die Ernährung bestimmter Pflanzen ausüben können, denn diese Stoffe gehen gar nicht in den vegetabilischen Organismus über. Wenn wir auf einem Sandboden eine eigenthümliche Flora sich entwickeln sehen, so ist die Ursache nicht darin zu suchen, daß jene Pflanzen hier andere Nahrungsstoffe vorfänden, als in einem Thonboden; jene Erscheinung ist auch wohl selten durch die Gegenwart verschiedener Mengen von pflanzenernährenden Substanzen begründet, sondern sie ist fast ausschließlich die Folge des abweichenden physikalischen Zustandes, welcher den Sandboden von dem Thonboden unterscheidet. Die Mengenverhältnisse, in welchen die einzelnen mineralischen Nahrstoffe aufgenommen werden, sind für gewisse Pflanzengruppen, wie es scheint, ziemlich constant; so ist z. B. die Zusammensetzung der Asche bei allen unseren gewöhnlichen Cerealien qualitativ und quantitativ dieselbe und dennoch wissen wir, daß auf einem Sandboden, wo der Roggen mit großer Sicherheit und mit großem Erfolge gebaut wird, der Weizen nicht mehr fortkommt oder doch nur sehr dürftig sich entwickelt. Die physikalische Beschaffenheit des Bodens ist hier das bestimmende Moment für die Kultur, sei es daß dadurch die mechanischen Bedingungen für die Ausbreitung der Wurzeln der betreffenden Pflanze erfüllt sind oder daß der ganze physiologische Bau, die organische Struktur des Gewächses und die in demselben stattfindenden chemischen und mechanischen Prozesse gerade ein bestimmtes Verhalten der Ackerkrume

gegen die Wärme und die Feuchtigkeit verlangen. Auf welcherlei Weise die dem Wachsthum einer bestimmten Pflanze zusagende physikalische Beschaffenheit hervorgebracht wird, ist an sich für das Gedeihen der Pflanze ganz gleichgültig, ob die zu große Zähigkeit des Thones durch fein zertheilten Quarzsand oder durch Kalk vermindert ist, ob der nöthige Zusammenhang des Sandes durch gewisse Beimengungen von Thon oder von Humus bewirkt wird, es ist gleichgültig, ob die am meisten einer bestimmten Pflanze zusagende wasserhaltende und wasserabsorbirende Kraft durch einen größeren Thon- oder Humusgehalt hervorgebracht oder auch durch häufigere atmosphärische Niederschläge zum Theil gleichsam ersetzt wird. Der rothe Klee gedeiht vorzugsweise auf einem tiefen kalkhaltigen Lehmboden, nicht sowohl aus dem Grunde, weil er den zu seiner Ausbildung nöthigen Kalk vorfindet, sondern weil die erforderlichen physikalischen Bedingungen erfüllt sind; vielfache Erfahrungen und direkte Versuche beweisen, daß er ebensogut und oft noch weit üppiger sich entwickelt auf einem ganz kalkarmen, aber warmen, humus- und kalireichen Sandboden, nur daß er auf dem letzteren mehr dem Auswintern ausgesetzt ist, eine Erscheinung, die mit seiner Ernährung gar nicht im Zusammenhang steht. Der weiße Klee verträgt einen leichten, nur hinreichend feuchten Boden viel besser, als der rothe Klee und dennoch nimmt jener verhältnißmäßig ebenso viel Kalk in seinen Organismus auf als dieser; so viel Kalk, wie auch die kalkreichste Pflanze zu ihrer vollständigen Ausbildung bedarf, findet sie in jedem fruchtbaren Boden vor, namentlich wenn derselbe schon seit langer Zeit in Kultur genommen ist. In höher gelegenen Gegenden findet man zuweilen einen humusreichen, aber fast völlig sand- und thonfreien Kalkboden, welcher vorzugsweise der Entwicklung der Blattfrüchte, also dem Klee, der Luzerne &c. günstig ist; derselbe Boden würde in niederer, wärmerer und trocknerer Lage völlig unfruchtbar für diese Pflanzen sein, denn hier würde die Ansammlung des Humus gehindert sein, dadurch aber auch seine wasserhaltende Kraft sich vermindert werden und seine jetzt zu hitzig und zehrend wirkende physikalische Beschaffenheit die Bedingungen nicht mehr erfüllen können, welche jene Gewächse zu ihrem freudigen Gedeihen erfordern. In dem feuchteren Klima Schottlands kann ein sehr sandiger Boden noch reichliche Weizenernten produciren, während ein ebenso zusammengesetzter Boden in Deutschlands Ebenen nicht mehr für die Kultur dieser Frucht benutzt werden kann, und wenn Unger anführt, daß in den Bergen Tirols die Getreideernten, namentlich die des Weizens, in Kalksteinterrains weit reichlicher ausfallen als in den Thonschiefergebieten, so wirkt hier offenbar der Kalk nur indirekt auf das Gedeihen der Pflanzen, indem unter den vorhandenen klimatischen Verhältnissen der warme und lockere Kalkboden jenen Früchten mehr zusagt, als der kalte, nasse

und träge Thonboden; der Weizen nimmt eine nur sehr unbedeutende Menge Kalk in seinen Organismus auf. Das Vorkommen und die normale Entwicklung bestimmter Pflanzen ist nur selten die Folge von eigenthümlichen im Boden vorhandenen direkten Nahrungsstoffen oder von den Mengenverhältnissen, in welchen diese auftreten; die Verbreitung der Pflanzen über die Erdoberfläche wird außer durch klimatische Verhältnisse fast ausschließlich bestimmt durch den physikalischen Zustand des Bodens, namentlich durch sein Verhalten gegen Wärme und Feuchtigkeit, wie gegen die wechselnde organische Struktur der in demselben sich ausbreitenden Pflanzenwurzeln.

b. Einfluß der physikalischen Eigenschaften des Bodens auf die Verbreitung der Pflanzen.

Wie im Allgemeinen, so kann man auch im Einzelnen die Bedeutung des jedesmaligen physikalischen Zustandes im Boden für das Vorkommen gewisser Pflanzen nachweisen. Die ganze Pflanzenwelt läßt sich ziemlich scharf in die großen Abtheilungen der Wasser-, Sumpf- (Moor-), Wiesenpflanzen und die Gewächse des trocknen Landes zerlegen. Der höhere oder der geringere Grad der Feuchtigkeit bedingt jedesmal auch das Auftreten einer eigenthümlichen Flora; freilich wird durch die vorherrschenden Bestandtheile im Wasser selbst die Entwicklung dieser oder jener Pflanze begünstigt, selten aber das Vorkommen derselben geradezu bewirkt. Wiederholt bemerke ich hier ausdrücklich, daß ich die auflöslichen Bestandtheile des Bodens keineswegs als gleichgültig betrachte für das Gedeihen der Vegetation, man hat aber zu unterscheiden zwischen der Bedeutung der auflöslichen Stoffe für die Entwicklung der vegetabilischen Substanz überhaupt und deren Einfluß auf die Bestimmung des C h a r a k t e r s e i n e r g a n z e n F l o r a; sodann muß man auch beachten, daß man die Pflanzen nicht nach den Bodenarten in Klassen gebracht hat, je nachdem dieselben viel Kali, auflösliche Kieselsäure, Phosphorsäure 2c., also direkt pflanzenernährende Mineralstoffe enthalten, sondern gerade nach den besonders vorherrschenden Bestandtheilen des Bodens, als Pflanzen, welche ausschließlich oder vorzugsweise auf Sandboden, Thon- oder Kalkboden vorkommen. Die zuletzt erwähnte Eintheilung ist unrichtig, insofern man hier das Bestimmende in der chemischen Wirkung jener vorherrschenden Bestandtheile sucht und nicht in der durch deren Gegenwart bedingten eigenthümlichen physikalischen Beschaffenheit des Bodens. Ob der sogenannte saure Humus in dem Moorboden eine direkt pflanzenernährende Thätigkeit ausübt und daher als direktes Nahrungsmittel auch das Vorkommen der eigenthümlichen Torf- und Moorpflanzen geradezu bedingt, oder ob auch hier das Bestimmende, wie gewöhnlich, außerhalb der Pflanze liegt, diese Frage läßt sich gegenwärtig nicht mit Bestimmtheit entscheiden.

Das Wasser selbst erzeugt je nach seinem physikalischen Verhalten verschiedene Pflanzen. In dem klaren und kalten Wasser der Quellen und der Bäche findet man in üppiger Entwicklung nebst andern Pflanzen Veronica Beccabunga, Nasturtium officinale, Ranunculus hederaceus, Potamogeton densus, in dem langsamer sich fortbewegenden Wasser der Gräben Alisma Plantago, Sagittaria officinalis, Mentha aquatica, Ranunculus fluitans, Scirpus fluitans, Sisymbrium amphibium und palustre, in schlammigen Gräben Bidens tripartita, in dem stehenden oder nur sehr langsam zu- und abfließenden Wasser der Teiche und an den Teichrändern bemerkt man Potamogeton natans und pectinatus, Typha latifolia, Acorus Calamus, Iris Pseudacorus, Scirpus palustris und lacustris, Callitriche verna, Myriophyllum verticillatum, Hippuris vulgaris, Hottonia palustris, Utricularia vulgaris, Nymphaea alba, Nuphar luteum, Ranunculus aquatilis, Phellandrium aquaticum. Wenn man die Pflanzen näher ins Auge faßt, welche nicht reine Wasserpflanzen sind, aber doch in ihrer Umgebung eine große Menge von Feuchtigkeit verlangen, so bemerken wir zunächst in dem schwammigen und fast vollständig mit Feuchtigkeit getränkten Moorboden die bekannten Torfmoose, außerdem aber auch Pflanzen einer höheren Organisation, wie Myrica Gale, Cineraria palustris, Pinguicula vulgaris, Vaccinium oxycoccus, Drosera rotundifolia und langifolia, Narthecium ossifragum, Malaxis paludosa, ferner die ganze Flora der moorigen und sumpfigen Wiesen, viele Arten von Carex, Schoënus, Eriophorum und Orchis, Cladium germanicum, Scirpus caespitosus, Holcus lanatus, Epipactis palustris, Scabiosa succisa, Pedicularis palustris, Menyanthes trifoliata, Parnassia palustris, Trollius europaeus, Geum rivale. Wenn für den Abfluß des überflüssigen Wassers Sorge getragen ist, so werden jene Pflanzen sehr bald verdrängt durch eine andere Vegetation, oft ohne daß hierzu eine Veränderung der chemischen Zusammensetzung des Bodens erforderlich wäre, es finden sich jetzt die gewöhnlichen Süßgräser in zahlreichen Arten ein, ferner Hieracium paludosum, Lysimachia vulgaris, Rhinanthus major und minor, Cardamine pratensis, Ranunculus Ficaria und Flammula, Caltha palustris, Lotus uliginosus, Lathyrus palustris, Myosotis palustris, auf den bessern Wiesen auch verschiedene Arten von Campanula und Trifolium, Polygonum Bistorta, Phyteuma spicatum, Veronica Chamaedrys, Bellis perennis, Tragopogon pratensis, Euphrasia officinalis, Glechoma hederaceum, Viola odorata, Alchemilla vulgaris und zahlreiche andere Pflanzenspecies in mehr oder weniger üppiger Entfaltung, je nach der Menge und dem Gehalte des Wassers an pflanzenernährenden, namentlich alkalischen Verbindungen.

Auch das Licht hat einen bedingenden Einfluß auf das Vorkommen

und die Verbreitung der Pflanzen. Wenn es durch die grünen Blätter der Bäume gebrochen oder reflectirt bis zum Erdboden gelangt, so ruft es eine neue Flora hervor, namentlich wenn zugleich Feuchtigkeit und reichliche Mengen von pflanzenernährenden Stoffen zugegen sind, wie solches vorzugsweise in den Laubwäldern der Fall ist. Es treten zahlreiche und eigenthümliche Pflanzen hervor, welche großentheils ausschließlich an den Waldboden gebunden sind, so Pyrola minor und rotundifolia, Oxalis acetosella, Geranium sylvaticum, Pedicularis sylvatica, Anemone Hepatica, nemorosa und ranunculoides, Geranium sylvaticum, Sanicula europaea, Adoxa moschatellina, Vicia sylvatica, Lathyrus sylvestris, Pulmonaria officinalis, Dentaria bulbifera, Chaerophyllum sylvestre, Carex sylvatica, Convallaria-Arten, Paris quadrifolia, Majanthemum bifolium, Asperula odorata, Melampyrum nemorosum, auf Waldwiesen auch Gentiana germanica und campestris, Erythraea Centaurium, Angelica sylvestris. Hieran schließen sich die Pflanzen, welche die schattigen und feuchten Orte im Gebüsche, an Hecken und Zäunen lieben, z. B. Chelidonium majus, Impatiens Noli tangere, Corydalis bulbosa, Lamium album, Ajuga reptans, Stellaria nemorum, Hypericum quadrangulum, Vicia sepium, Humulus Lupulus, und ferner die Gewächse, welche an dunklen Orten, im Schatten von Gebäuden, Kirchhofsmauern, auf Schutt- und Composthaufen besonders üppig gedeihen, also in einem an assimilirbarem Stickstoff und an Alkalien sehr reichen Boden, wie verschiedene Arten von Chenopodium und Atriplex, Urtica urens und dioica, Dipsacus pilosus, Hyoscyamus niger, Verbascum Thapsus, Lepidium ruderale, Fumaria officinalis, Malva rotundifolia, Conium maculatum, Parietaria officinalis.

Der trockene und arme Sandboden ernährt Carex hirta, Plantago arenaria, mehrere Arten von Erigeron und Gnaphalium, Draba verna, Arenaria rubra, Spergula arvensis, Myosurus minimus, während auf solchem Sandboden, welcher einen höheren Grad von Feuchtigkeit besitzt, eine sehr mannichfaltige Flora vorkommt, welche an Zahl der Arten alle anderen Bodenarten in der Regel übertrifft und weder durch besondere Pflanzenfamilien charakterisirt ist, noch auch an besondere nur dem Sandboden eigenthümliche Stoffe gebunden erscheint. Die Flora des fruchtbaren Sandbodens ist wohl schwerlich von derjenigen des lockeren Lehm- und Mergelbodens, welcher jenem in physikalischer Hinsicht am nächsten steht, deutlich zu scheiden und ebenso ist es auch unmöglich, die Vegetation des reinen Thon- und Kalkbodens genau zu charakterisiren und nachzuweisen, welcher physikalische oder chemische Zustand dem Gedeihen dieser oder jener Pflanze vorzugsweise zusagt. Es liegen hierüber hinsichtlich der

wildwachsenden Pflanzen noch viel zu wenig zuverlässige Beobachtungen vor, und die letzteren könnten auch nur dann zu einem brauchbaren Resultate führen, wenn sie mit genauen Forschungen über die Beschaffenheit der betreffenden Bodenart in Verbindung gebracht würden. Für den Landwirth hat die Kenntniß der wildwachsenden Pflanzen nur insofern einen Werth, als er nach dem Vorkommen dieser oder jener Pflanzengruppe die Güte seiner Wiesen einigermaßen beurtheilen kann; er richtet sein Augenmerk einmal auf das Vorkommen solcher Pflanzen, welche, seiner Erfahrung zufolge, die besten und kräftigsten Futtermittel sind, und sodann auf die Masse, welche diese Pflanzen an vegetabilischer Substanz erzeugen. Von Seiten der Wissenschaft kann bei dieser Beurtheilung der Wiesen gegenwärtig der Praxis keine Unterstützung gewährt werden, da wir noch keine Idee davon haben, welches Mischungsverhältniß der auflöslichen, direkt pflanzenernährenden Stoffe im Boden vorhanden sein, in welchen Verbindungen unter einander sie dargeboten werden müssen, wie der ganze physikalische Zustand der verschiedenen Bodenbestandtheile beschaffen sein muß, wenn eine bestimmte Pflanze in Qualität und Quantität den höchsten Ertrag liefern soll, ja noch gar nicht einmal mit Bestimmtheit wissen, wie die verschiedenen Kräuter hinsichtlich ihres Futterwerthes zu einander sich verhalten und worauf der höhere oder geringere Futterwerth überall beruht. Es lassen sich daher nach dem Vorkommen einzelner Pflanzen oder vielmehr nach deren gutem Gedeihen nur wenige große Wiesenklassen aufstellen, wie saure oder moorige, trockene und feuchte Wiesen, keineswegs aber daraus sichere Grundlagen ableiten behufs einer näheren und zuverlässigen Klassifikation der Bodenarten des Wiesenlandes. Noch weniger aber können wir für die Klassifikation des in Kultur befindlichen Ackerlandes von einer Kenntniß der wildwachsenden Pflanzen Gebrauch machen, selbst wenn uns auch die Bedingungen ihres Gedeihens vollkommen bekannt wären, weil die hier vorkommenden Gewächse gar keine genaue Charakteristik zulassen. Auf einem und demselben Boden kann eine ganz verschiedene Flora sich einfinden, je nach dem Zustande der Kultur und der Düngung, je nachdem die physikalische Beschaffenheit durch den Anbau dieser oder jener Frucht eine Veränderung erlitten hat, sogar oft aus dem Grunde, weil durch die zufällige Anwendung von fremden Samen das gleichzeitige Ausstreuen von allerlei Unkräutern veranlaßt worden ist, welche nun gleichsam kultivirt und gepflegt sehr bald den vorhandenen klimatischen und Bodenverhältnissen sich angepaßt haben.

F. Klassifikation der Bodenarten.

a. Momente zur Klassifikation der Bodenarten des Gebirgslandes.

Die im Obigen gegebene Uebersicht der allgemeinen klimatischen Verhältnisse hat uns die Ueberzeugung geliefert, daß eine Gebirgsgegend, hinsichtlich des in ihr betriebenen Ackerbaues, vielfache und beträchtliche Verschiedenheiten und Eigenthümlichkeiten darbieten muß, welche bei der Beurtheilung der vorkommenden Bodenarten es nöthig machen, von anderen Gesichtspunkten auszugehen und auf andere Thatsachen sich zu stützen, als es bei der Bestimmung der Güte und Fruchtbarkeit einer Ackerkrume des Flachlandes der Fall sein möchte. Im Folgenden habe ich nicht die Absicht, eine förmliche Klassifikation der Bodenarten des Gebirgslandes aufzustellen, ich will nur versuchen, die Momente anzudeuten, welche bei einer wirklichen Bonitirung mir Berücksichtigung zu verdienen scheinen; die Höhe, Form, Ausdehnung und geognostische Beschaffenheit bedingen bei einem einzelnen Gebirge schon eine so große Mannichfaltigkeit der klimatischen und Bodenverhältnisse, daß man kaum im Stande ist, gewisse allgemeine Gesichtspunkte aufzustellen und festzuhalten, geschweige denn eine bestimmte Klassifikation für alle Gebirgsgegenden zu entwerfen.

Bei der folgenden Betrachtung ist das gewöhnlich am Fuße des höheren Gebirges sich hinziehende und in die Ebene allmälig auslaufende Hügelland ausgeschlossen, da dieses mit dem Flachlande in agronomischer Hinsicht in der Regel ganz ähnliche Verhältnisse darbietet und nicht selten das Letztere an Fruchtbarkeit übertrifft, theils weil hier oftmals die unter der Oberfläche anstehenden, jüngeren Gebirgsformationen zu der Entstehung einer tiefgründigen, reichen Ackerkrume Veranlassung gegeben haben, theils weil die sanft heruntersteigenden Abhänge den geregelten Abfluß der Frühlingswasser begünstigen, eine vortheilhafte Wirkung, welche noch bedeutend erhöht wird, wenn dieses Hügelland nach Süden sich ausdehnend den befruchtenden Licht- und Wärmestrahlen der Sonne ausgesetzt und vor den rauhen Nord- und Ostwinden durch die unmittelbar vorliegenden Berge geschützt ist. Hier nehme ich nur auf die Gegenden Bezug, in denen das rauhe Gebirgsklima mit allen seinen Eigenthümlichkeiten zuerst anfängt deutlich hervorzutreten und auf die Entwicklung der Vegetation je nach den Umständen mehr oder weniger hemmend einzuwirken.

Das Gebirgsland kann man nach Form und Richtung seiner verschiedenen Glieder in 4 Hauptabtheilungen bringen, von denen eine jede Ländereien umfaßt, welche besondere den Ackerbau hindernde oder för-

dernde Eigenthümlichkeiten darbieten. Diese 4 Abtheilungen sind die Hoch-
ebenen, Thäler, die südlichen und die nördlichen Abhänge.

1. Die **Hochebenen** bilden in größerer oder geringerer Höhe über
Meeresfläche ausgedehnte Flächen, welche in der Regel nur durch sanfte, well-
förmige Erhebungen und einzelne Hügelreihen durchschnitten, nach der ein-
oder anderen Seite entweder durch höher emporsteigende Gebirge begrä-
oder selbst die höchsten Punkte des Gebirges bildend mit steileren oder sa-
teren Abhängen in die tieferen Gegenden sich hinabsenken. Die größere zu-
sammenhängende Fläche, welche die Hochebene darbietet, gestattet einen au-
gebreiteten Ackerbau, erleichtert die bei der Bestellung des Bodens, wäh-
des Wachsthums der Pflanzen und bei der Einbringung der Ernte nöthi-
Operationen; die den Hochebenen gewöhnlich eigenthümlichen Boden-
klimatischen Verhältnisse unterstützen zum Theil die Bemühungen des G-
birgswirthes für die Kultur gewisser Pflanzen, zum Theil treten sie aber a-
der Sicherheit des Ertrages störend entgegen. Die Gebirgsarten, welche
Gestein der Hochebenen zusammensetzen und hier auf die Bildung und
schaffenheit der Ackerkrume wesentlichen Einfluß ausüben, sind in der Re-
nicht sehr verschiedener Art; es sind vorzugsweise die ältesten Schiefergebi-
und unter diesen wiederum vorherrschend die krystallinisch-schiefrigen Gestei-
nämlich der Gneis und der Glimmerschiefer. Der Granit und die übri-
krystallinisch-massigen Gebirgsarten, welche im Gebirge häufig auf den hö-
sten Punkten zu Tage ausgehen, sind ebenso, wie die älteren Kalksteine,
mals ausgezeichnet durch zerklüftete und zackige Felsformen, von tie-
Spalten durchfurcht und mit steilen Abhängen versehen, und wenn sie a-
nicht selten abgerundete Berggipfel zeigen, mit dazwischenliegenden, fla-
Thälern, so sind jene doch fast niemals von so bedeutender Ausdehnung,
sie auf den Namen von Hochebenen Anspruch machen könnten. Neben
Gneis und Glimmerschiefer tritt auch der Thonschiefer zuweilen als Gebir-
art auf, besonders auf etwas niedrigeren Hochebenen. Hinsichtlich der Ei-
wirkung der soeben genannten schiefrigen Gebilde auf die Zusammense-
wie auf die physikalische Beschaffenheit der Ackerkrume, verweise ich auf die
einem früheren Kapitel zusammengestellten Bemerkungen, nach welchen
Gneis und der Glimmerschiefer in größerer Höhe als der Thonschiefer für
Anbau von Cerealien und Kartoffeln, so wie für die Entstehung guter G-
birgswiesen noch günstige Bodenverhältnisse darzubieten scheint. Die kli-
tischen Verhältnisse der Hochebenen sind je nach der Erhebung derselben ü-
die Meeresfläche unter einem bestimmten Breitengrade und besonders a-
nach der Beschaffenheit der Umgebungen manchen Verschiedenheiten unt-
worfen. Bildet die Hochebene die höchste Erhebung des Gebirges, so ist

herrschende mittlere Jahrestemperatur merklich größer als auf gleich hoch gelegenen Gipfeln einzeln stehender Berge, weil die Sonne während des Tages eine größere Fläche zu erwärmen im Stande ist, und zwar muß die Temperatur um so höher steigen, je mehr die oberste Bodenschicht eine lockere, sandige oder kiesige Beschaffenheit hat und jemehr man sich dem Mittelpunkte der Hochebene nähert; dagegen wird auch während der Nacht eine größere Wärmeausstrahlung stattfinden und die Temperaturverschiedenheiten zwischen Tag und Nacht sich sehr bemerkbar machen, so daß die Pflanzen selbst in einer schon weit vorgerückten Jahreszeit der Gefahr des Erfrierens in kalten und heiteren Nächten sehr ausgesetzt sind. Dieser letztere Umstand bewirkt auf Hochebenen, selbst bei einer verhältnißmäßig hohen mittleren Temperatur eine große Unsicherheit des Ertrages, welche bei einer agronomischen Beurtheilung dieser Gegenden keineswegs außer Acht gelassen werden darf. Die Austrocknung und größere Erwärmung des Bodens durch die Sonne steht auch mit einem selteneren Eintreten der Niederschläge des atmosphärischen Wassers in Verbindung, welcher Umstand jedoch in seinen nachtheiligen Wirkungen auf die Vegetation durch die häufigeren und stärkeren Thaubildungen wiederum ausgeglichen werden dürfte. Es trifft nicht selten, daß auf den Hochebenen einzelne Vertiefungen, manchmal von 100 bis 150 Fuß tiefer gelegen, als die Hauptfläche selbst, ein sehr merklich kälteres und rauheres Klima besitzen, theils weil hier die Sonne nicht mit ihrer ganzen Kraft und gleichförmig wärmend einwirken kann, theils weil hier vielleicht während des Winters eine größere Menge von Schnee sich ansammelt und weil im Frühling und Sommer aus den höher gelegenen Gegenden das Wasser sich hierher herabzieht und nicht immer hinreichend schnell und vollkommen abfließen kann. Ein Haupthinderniß für den lohnenden Anbau der freigelegenen Hochebenen bildet der nachtheilige Einfluß anhaltender und heftiger Winde, welche der Entwicklung der Pflanze ein mechanisches Hinderniß entgegensetzen und namentlich dann sich schädlich zeigen, wenn sie in Folge der herrschenden Richtung der Luftströmung oder der eigenthümlichen Gestaltung des Gebirges eine rauhe und eisige Beschaffenheit angenommen haben. Wo in unserer Zone eine Hochebene von einer höheren Bergkette nach der einen oder anderen Seite hin begränzt ist, wird die Gestalt und Ausdehnung derselben einen merklichen Einfluß ausüben auf die Stärke, Temperatur und Richtung der vorherrschenden Luftströmungen; schon niedrige Bergreihen, wenn sie an der südlichen Gränze sich hinziehen, können zuweilen nicht geringe Modifikationen in den klimatischen Verhältnissen hervorbringen und störend auf die Sicherheit des Ertrages vom Ackerbau einwirken.

2. **Die Gebirgsthäler** sind in Größe, Gestalt, Richtung und Oberflächenverhältnissen sehr verschieden; sie sind entweder lang ausgedehnte von steilen Abhängen begränzte Vertiefungen, welche theils durch Bäche oder Flüsse entstanden sind, theils auch zwischen zwei Berg- oder Hügelreihen sich hinziehen, oder sie sind mehr große, kesselförmige Niederungen mit sanft aufsteigenden Umgränzungen. Die Flußthäler sind in nicht zu hoher Lage und wo sie eine größere Breite annehmen, oft ausgezeichnet durch ein mildes Klima, da sie meistens vor dem Zutritt kalter Winde geschützt sind, während die steilen und kahlen Felswände von der Sonne erhitzt ihre eigene Wärme auch auf die mit einer Vegetationsdecke überzogenen Thalgründe ausstrahlen; hier bilden sich oftmals lehmige, sandige und kalkige Ablagerungen, welche die Entstehung einer tiefen, humosen, überaus fruchtbaren Ackerkrume veranlassen, deren Kultur allerdings nicht selten durch jährlich wiederholte Ueberschwemmungen gestört wird, jedoch auch wiederum in Folge der hierdurch veranlaßten Anhäufung von düngenden Substanzen um so lohnendere Erträge darbietet. Die flachen und nach allen Seiten ausgedehnten Kesselthäler treten vorzugsweise in Gebirgen auf, deren Gestein krystallinisch-massiger, oft auch krystallinisch-schiefriger Natur ist; die hochgelegenen Thäler dieser Art sind häufig als gute Wiesengründe dem Landwirth und besonders dem Viehzüchter willkommen, die tiefer gelegenen Striche werden auch vielfach zum Ackerbau benutzt, welcher oft freilich durch einen zähen, thonigen und feuchten Boden sehr erschwert wird, um so mehr, weil diese Thäler nicht selten einem verhältnißmäßig rauheren Klima ausgesetzt sind, als selbst bedeutend höher gelegene Hochebenen, jedoch mit Ausnahmen, welche vorzugsweise in der Höhe, Form und Richtung der Umgebungen begründet sind.

3. **Die südlichen Abhänge** des Gebirges sind auf der nördlichen Halbkugel der Erde den wärmenden Strahlen der Sonne weit mehr ausgesetzt, als irgend ein anderer Theil der ganzen Erhebung; hier schmilzt im Frühjahr der Schnee am schnellsten, hier steigt die Gränze der Vegetation überhaupt, wie des Ackerbaues insbesondere weit höher hinauf, wie am nördlichen Abhange, hier wird der Ackerbau in um so höherer Blüthe stehen und um so erfolgreicher betrieben werden, je sanfter und langsamer das rauhe Gebirgsklima in das Klima des Flachlandes übergeht, und je mehr Form und Gestein des Gebirges die Bildung einer fruchtbaren, tiefgründigen und der Bestellung leicht zugänglichen Ackerkrume begünstigen. Die leichtere und größere Erwärmung des Bodens bringt aber auch einige auf den Ackerbau nachtheilig einwirkende Erscheinungen hervor, wenn gleich diese die vortheilhaften Einflüsse jener Lage keineswegs aufzuheben vermögen und auch nur in einzelnen Jahren, unter gewissen Witterungsverhältnissen störend aufzutreten

pflegen. Hierher gehört zum Beispiel die Erscheinung, daß die Wintersaaten am südlichen Abhange des Gebirges, mehrfachen Beobachtungen zufolge, leichter auswintern, als dieses an anderen selbst gleich hoch gelegenen Punkten der Fall ist, eine Thatsache, welche darin ihre Erklärung findet, daß die gegen Süden abfallenden Striche dem für die Saaten oft so nachtheiligen Wechsel von Frost und Thauwetter in hohem Grade ausgesetzt sind; während nämlich die Schneedecke bei Tage unter dem Einfluß der Frühlingssonne dahinschmilzt, der Boden selbst zum Theil aufthaut und an der Oberfläche erweicht, stellt während der Nacht der Frost sich wiederum ein, die Erde wird dadurch abwechselnd gehoben und gesenkt, die feinen Wurzeln der jungen Pflanzen entblößt und zerrissen und diese selbst schließlich in ihrer Entwickelung gehindert oder gänzlich getödtet. Die dem Einfluß der Sonnenstrahlen nicht ausgesetzten Gegenden haben durch die erwähnte Erscheinung weniger zu leiden, weil das Schmelzen des Schnees weit langsamer erfolgt und die schützende Schneedecke die Saaten zu einer Zeit noch überzieht, zu welcher die südlichen Abhänge des Gebirges schon vollständig von derselben befreit sind.

4. Die nördlichen Abhänge des Gebirges bieten aus leicht begreiflichen Ursachen dem Ackerbau die ungünstigsten Verhältnisse dar. Die nördlichen Abhänge zeigen eine ungleich niedrigere mittlere Jahres- und Sommertemperatur, als gleich hochgelegene Plateaux oder nach Süden absteigende Flächen; die Kultur des Wintergetreides ist oft wegen des sehr langsamen Schmelzens des Schnees im Frühjahr nicht mehr rathsam, und auch die Bestellung der Sommersaaten mit großen Schwierigkeiten verbunden, nicht selten erst nach einer mühsamen Entfernung der Schneemassen möglich, wo solche in den Vertiefungen der Abhänge in großen Quantitäten sich angehäuft haben. Auch nach der Saat sind die Früchte, wegen des rauhen Klimas, vielfach der Gefahr des Erfrierens ausgesetzt, die Kartoffeln besonders müssen aus diesem Grunde manchmal, nachdem schon die ersten grünen Blätter hervorgetreten waren, von Neuem gelegt werden, wodurch natürlich die Zeit ihrer Vegetation und damit ihre vollkommene Entwickelung wesentlich beeinträchtigt wird. Im Herbste häufen sich die nothwendigen Arbeiten zur Einbringung der nothdürftig gereiften Früchte in den höheren Gebirgsgegenden so sehr, daß der Landwirth nur mit der äußersten Anstrengung und mit Aufwendung von kostspieligen, keineswegs immer vorhandenen Arbeitskräften vor der Gefahr einer Mißernte sich zu schützen im Stande ist und selbst bei aller Umsicht wird er manchmal von einem plötzlich eintretenden Froste, von einem starken Schneefalle überrascht, welcher, wenn auch milde Witterung wieder eintritt, ihn doch um den größten Theil seiner gehofften Ernte bringt. Wo freilich solche dem Ackerbau ungünstige

klimatische Verhältnisse herrschen, sollte der Gebirgswirth sich auf den Anbau von Futterkräutern, also auf die Viehzucht beschränken; jedoch ist hier in der Regel die Dichtigkeit der Bevölkerung maßgebend, indem in Gegenden, wo außer dem Ackerbau noch andere Gewerbe, wie der Bergbau und das Fabrikwesen einen großen Theil, ja die Mehrzahl der Bevölkerung beschäftigt, — der Ackerbau begreiflicher Weise immer höher hinauf, in ein immer rauheres Klima gewaltsam hineingedrängt wird, durch die Hoffnung, wenigstens in günstigen Jahren in der Nähe möglichst billige Nahrungsmittel zu erzielen, welche sonst aus den mehr beglückten Ebenen und Niederungen mühsam ins höhere Gebirge geschafft werden müssen.

Wenn wir im Vorhergehenden in den Gebirgsgegenden vier Hauptabtheilungen festgestellt haben, welche hinsichtlich ihrer klimatischen und zum Theil auch mineralogischen Beschaffenheit gewisse allgemeine Charaktere zeigen, so werden wir auch bei der weiteren Verfolgung der klimatischen Verhältnisse jede dieser vier Hauptabtheilungen in mehrere Unterabtheilungen bringen müssen, welche vorzugsweise durch die größere oder geringere Erhebung des näher zu bestimmenden Ackerbodens über der Meeresfläche bedingt sind. Die Zahl dieser Unterabtheilungen, sowie die Größe der Erhebung, welche zwischen jeder derselben angenommen werden kann, läßt sich durchaus nicht im Allgemeinen bestimmen, wie denn überhaupt die Höhe, bis zu welcher der Ackerbau betrieben wird, außerordentlich verschieden und von mannichfachen äußeren Umständen abhängig ist. Jene Abtheilungen müssen vielmehr für jedes einzelne Gebirge unter Beobachtung aller Verhältnisse besonders bestimmt werden; denn nicht allein werden Gebirge, welche unter verschiedenen Graden der geographischen Breite liegen, hinsichtlich der Zahl jener Stufen sich von einander abweichend verhalten, sondern auch zwei Gebirge, welche auf völlig gleicher Linie zwischen Aequator und Pol gelegen sind, gleichwohl oft sehr merklich verschiedene klimatische Verhältnisse darbieten, da auf die letzteren die plastische Form der einzelnen Gebirgsglieder, die Richtung, die Gesteinsbeschaffenheit, die Entfernung vom Meere rc. wesentlichen Einfluß ausüben, wie bereits oben angedeutet worden ist. Nur auf einen allgemeinen Punkt will ich aufmerksam machen, nämlich darauf, daß man bei der Aufstellung von Regeln zur Bestimmung der Bodenarten des Gebirges, keineswegs eine für alle Verhältnisse sich gleichbleibende Größe der Erhebungsverschiedenheit annehmen darf, wie etwa von **100**, **200** rc. Fuß; denn wenn auch eine solche Annahme für die niederen Gebirgsgegenden nicht mit erheblichen Irrthümern in der Bestimmung der wahren Ertragsfähigkeit einer Bodenart verbunden sein wird, so kann dasselbe doch keineswegs für die oberen Gebirgsregionen behauptet werden; da man offenbar

hier bei der ungefähren Feststellung der Ertragsverminderung mit der Zunahme der Höhe nicht nach einer arithmetischen Progression von 1, 2, 3 ꝛc. fortschreiten darf, sondern eher einer geometrischen Progression von 2, 4, 8 ꝛc. sich bedienen muß, und dies um so mehr, als man sich der obersten, absoluten Gränze des Ackerbaues nähert. Es muß nämlich nicht allein die in Folge des kälteren Klimas eintretende Abnahme in der Quantität der Ernte berücksichtigt werden, sondern auch ihre weit geringere Qualität und ganz besonders endlich die Gefahr, welcher der Ackerbau überhaupt ausgesetzt ist wegen des häufigen gänzlichen Mißrathens fast sämmtlicher kultivirter Pflanzen, welches je nach den verschiedenen äußeren auf das Klima modificirend einwirkenden Umständen, alle 3, 4, 5 ꝛc. Jahre im Durchschnitt angenommen werden kann, um so häufiger natürlich, je höher der Ackerbau künstlich durch die dichte Bevölkerung hinaufgedrängt worden ist.

Die nähere Klassifikation der Bodenarten beruht auf der physikalischen Beschaffenheit der Ackererde und des Untergrundes oder wird bestimmt durch die Gegenwart von größeren oder geringeren Quantitäten der vorherrschenden Bestandtheile, wie Thon, Sand, Kalk und Humus, wie auch durch die Tiefe der Ackerkrume. Daß diese Momente auch in Gebirgsgegenden für die Aufstellung einer naturgemäßen Klassifikation benutzt werden können und müssen, bedarf keiner weiteren Erörterung; jedoch sind bei der Beurtheilung des Bodens nach seinen Bestandtheilen im Gebirge noch einige Punkte zu berücksichtigen, welche im Flachlande nicht so deutlich ausgeprägt sind. Im höheren Gebirge sind in der Regel die Feuchtigkeitsniederschläge von größerem Umfange oder wenigstens erfolgt wegen des kälteren Klima's das Austrocknen des Bodens weit langsamer als im Flachlande, wenn der Abfluß des überflüssigen und schädlichen Wassers nicht durch die Natur oder Kunst beschleunigt und geregelt ist; die rauhen Gebirgsländer leiden sehr leicht an Nässe, durch welche oftmals die Frühjahrsbestellung und die zur Entwickelung einer freudigen Vegetation nöthige Erwärmung des Bodens sehr gehindert sind. Aus diesem Grunde zieht der Gebirgswirth nicht selten einen leichteren, lockeren, durchlassenden Glimmerschiefer- und Gneisboden einem undurchlassenden, sehr wasserhaltenden Thonschiefer- und unter den vorhandenen Verhältnissen leicht schwammig werdenden Humus-Boden vor, während die letzteren in tieferer, wärmerer Lage ungleich höhere Erträge geben, als die ersteren. Im Gebirge haben die Gesteinsarten, aus deren Trümmern und Verwitterungsprodukten die Ackerkrume zunächst entstanden ist, einen mehr unmittelbaren Einfluß auf den Zustand der letzteren und auf den Grad der natürlichen Fruchtbarkeit, welche man in Folge der Bestandtheile ihr beilegen kann, wobei jedoch wiederum in Betracht zu ziehen

ist, daß diese natürliche Fruchtbarkeit unter einem kälteren Klima weit langsamer sich entwickelt und der Vegetation zu Gute kommt, als dieses unter der Einwirkung eines wärmeren Himmels der Fall ist; die Gesteine nämlich verwittern bei höherer Temperatur, bei einem häufigeren Wechsel von Feuchtigkeit und Trockenheit weit leichter, als in einem kälteren Klima. Mit dem Einfluß eines milderen Klima's auf die humusartigen und mineralischen Bestandtheile des Bodens hängt ebenfalls die schnellere Herstellung des Zustandes einer Ackerkrume zusammen, in welchem die letztere ganz besonders geeignet ist, das Wachsthum der ihr anvertrauten Pflanzen zu unterstützen und die zugeführten Düngstoffe mit ihrer ganzen ihnen einwohnenden Kraft wirksam zu machen; — ein Zustand des Ackers, den der praktische Landmann mit dem Namen der Gare des Bodens zu bezeichnen pflegt, und welcher im Gebirge nur durch die hier sehr gebräuchliche und namentlich bei etwas lockeren und wenig bindigen Bodenarten unentbehrliche mehrjährige Niederlegung des Ackers zu Grasland erreicht wird, nachdem derselbe vorher verschiedene Halm-, Hack- und Blattfrüchte getragen hat und wahrscheinlich namentlich in Folge der durch deren Anbau hervorgebrachten veränderten physikalischen Beschaffenheit nunmehr aufhört, selbst nach Zuführung einer reichlichen Menge animalischen Düngers, einen vollständig lohnenden Ertrag zu geben.

Es ist natürlich, daß alle übrigen Verhältnisse, welche im Flachlande auf die Einreihung einer bestimmten Bodenart in eine einzelne Haupt-, Unter- oder Zwischenklasse von Bedeutung sind, auch im Gebirge und in der Regel hier in noch weit höherem Grade als dort Berücksichtigung verdienen. Die steilen Bergabhänge, welche namentlich in volkreichen Gebirgsgegenden noch als Acker bearbeitet zu werden pflegen, erfordern wegen der Schwierigkeit der Bestellung eine vermehrte Thätigkeit und somit eine größere Anzahl des Zugviehes, deren Unterhaltung wiederum die Ernte von einer weit größeren Fläche Acker- und Graslandes in Anspruch nimmt, als in tieferen Gegenden, weil in den letzteren mit einem längeren Sommer auch eine reichlichere Ernte und ein sichereres Gedeihen der Futterkräuter verbunden ist. Ferner ist die Abschüssigkeit der zu bestellenden Flächen, besonders bei einer hier häufig auftretenden seichten und durchlassenden Ackerkrume, die Ursache einer weit geringeren Wirksamkeit des Düngers, weil der letztere bei starkem Regen zum großen Theile nebst den feinsten und hier sehr wesentlichen thonigen Substanzen, die noch in der Ackerkrume vorhanden sind, ausgelaugt und fortgeschwemmt wird. Andere Momente, wie die Entfernung der unterm Pflug befindlichen Ländereien vom Hofe, die Schwierigkeit des Transportes im Gebirge, die oft sehr bedeutende Abnutzung der Geräthschaften in Eisen und

Holz, der mehr oder weniger leichte Absatz der Produkte 2c., erwähne ich nur dem Namen nach.

Die Einwirkung der klimatischen Verhältnisse auf die Beschaffenheit der Ackerkrume und somit auf die mehr oder weniger üppige Entwicklung der Kulturpflanzen hat im Vorhergehenden eine ziemlich ausführliche Besprechung gefunden in dem, was der Gegenstand Allgemeines darzubieten schien. Bei einer ökonomischen Eintheilung der Bodenarten eines einzelnen Gebirgslandes, oder bei einer Bonitirung behufs der Regelung des Steuerwesens eines Staates würde man allerdings bei dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntnisse die eigenthümlichen klimatischen Verhältnisse verschiedener oft einander nahe gelegener Gebirgsgegenden nicht so genau berücksichtigen können, als solches wohl wünschenswerth wäre, weil im Ganzen nur wenige sorgfältige und mehrjährige Beobachtungen hierüber vorliegen; man würde vielmehr nur in ganz rohen Zügen und Umrissen, wie solche den Landwirthen der verschiedenen Gegenden ihrer Erfahrung nach im Gedächtnisse vorschweben, unsichere Anhaltepunkte sich zu verschaffen im Stande sein. Einer streng wissenschaftlichen Beurtheilung der Gebirgsländereien hinsichtlich ihrer Güte oder durchschnittlichen Ertragsfähigkeit würde aber, wie ich glaube, nothwendig eine möglichst genaue Feststellung der oft so eigenthümlich auftretenden klimatischen Einflüsse auf die Vegetation vorausgehen müssen, und da offenbar hier mit der Wissenschaft auch die Praxis gefördert werden würde, so kann ich nicht unterlassen, aufmerksam zu machen auf die Wichtigkeit der sorgfältigen Beobachtung der täglichen und jährlichen Temperatur, des Barometerstandes, der Witterungsveränderungen, der Richtung des Windes, der größeren oder geringeren Ansammlung der Luftelectricität unter gleichzeitiger Aufzeichnung des Einflusses des Zustandes der Luft in den verschiedenen Jahren auf die Entwickelung der Kulturgewächse, wie auch der verschiedenen wildwachsenden Pflanzen, unter genauer Berücksichtigung der physikalischen Beschaffenheit des Bodens wie der geognostischen Verhältnisse des Untergrundes. Durch solche vergleichende und mehrere Jahre hindurch mit Sorgfalt ausgeführte Beobachtungen im Gebirge würde der Wissenschaft eine Menge wichtiger Vorlagen dargeboten werden, welche auf allgemeine Naturgesetze zurückgeführt, zur Aufklärung nicht weniger, bisher noch ungelöst gebliebener Fragen in der Lehre der Ernährung der Pflanzen und in der Bodenkunde beitragen würden, und somit auch für die sichere, auf eine naturwissenschaftliche Basis gegründete Klassifikation der Bodenarten des Gebirgslandes, wie für die landwirthschaftliche Praxis überhaupt von unberechenbarem Vortheil werden könnten.

b. Momente zur Klassifikation der Bodenarten des Flachlandes.

Die klimatischen Verhältnisse sind für die Klassifikation der Bodenarten des Flach- und Hügellandes nicht von Bedeutung, wenn die Ausdehnung desselben nicht so beträchtlich wird, daß der Unterschied von Süd und Nord, des See- und Landklima's sich bemerkbar macht. Nur wo niedrige Plateaux, oft in ihrer Höhe nur wenig von dem umgebenden Lande verschieden, dem freien Zutritt der Winde ausgesetzt sind, und namentlich wenn diese durch eine gegen Süden und Südwest vorliegende Hügel- oder Bergreihe eine wesentliche Abkühlung erleiden, tritt das rauhere Klima in seiner nachtheiligen Einwirkung auf die Entwickelung der Vegetation überhaupt und das Gedeihen einzelner Kulturpflanzen insbesondere deutlicher hervor und verdient dann allerdings auch hier die entsprechende Berücksichtigung.

Die bisher aufgestellten Klassifikationen der Bodenarten sind durchgängig mehr oder weniger künstliche Systeme; die verschiedenen Bodenarten finden ihre Einreihung in jene Systeme nach ihrem Humusgehalte, nach dem Verhältnisse, in welchem Thon und Sand mit einander gemengt sind, nach ihrer wasserhaltenden Kraft, nach ihrer Ertragsfähigkeit für Klee oder für die verschiedenen Kulturpflanzen überhaupt ꝛc. Die Zahl und die Charakteristik der Bodenklassen ist bei den verschiedenen Schriftstellern sehr abweichend, je nachdem diese auf den einen oder andern Umstand einen größeren oder geringeren Werth legen, aber Alle stimmen darin überein, daß die Aufstellung einer überall brauchbaren und zuverlässigen Klassifikation eine überaus schwierige Aufgabe, ja bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse gar nicht möglich sei. Der letzteren Ansicht stimme auch ich bei, denn ich hege die Ueberzeugung, daß eine, selbst den strengsten Sachverständigen zufriedenstellende Bodenklassifikation den Ideen angehört, auf deren Verwirklichung wir erst nach dem Verlaufe vieler Jahre hoffen können, und zwar aus dem Grunde, weil ich in der Lösung dieser Aufgabe gleichsam die Spitze, die Vollendung, das Ziel alles wissenschaftlichen Strebens in der Landwirthschaft sehe, ein Ziel, welches noch immer in dunkler Ferne schwebt, zu dessen Annäherung aber wir Alle, Praktiker wie Gelehrte, uns vereinigen und ein Jeder nach seinen Kräften thätig sein sollte. Die Aufgabe, eine vollkommen richtige Klassifikation aufzustellen, kann erst dann gelöst werden, wenn durch vielfache und unter ganz verschiedenen äußeren Verhältnissen ausgeführte und immer auf's Neue wiederholte Vegetationsversuche und chemische Analysen mit völliger Sicherheit ausgemacht worden ist, wie unter den verschiedenen, ebenfalls genau charakterisirten, klimatischen Verhältnissen, in der Ackerkrume, wie im Untergrunde die quantitative Mischung von Sand, Thon und Kalk beschaffen und

in welchem mechanischen Zustande die einzelnen Bestandtheile vorhanden sein müssen, wenn die eine oder andere Pflanze zu der größten Vollkommenheit in ihren vorzugsweise nutzbaren und werthvollen Theilen gelangen soll; ferner müssen wir wissen, in welchem Zustande und in welcher Menge der Humus in den verschiedenen Bodenarten zur Erreichung des so eben angedeuteten Zieles am meisten beiträgt, in welchen Verhältnissen die auflöslichen Mineralstoffe der Pflanze am zuträglichsten sind, und wie man überhaupt den einen oder anderen, der Zusammensetzung nach genau bekannten Dünger am meisten wirksam machen kann; um mit dem möglichst geringen Kostenaufwande die größten Erträge zu erzielen. Ehe wir diese Kenntnisse erlangt haben, bleibt jeder Versuch zu einer naturgemäßen Eintheilung der Bodenarten mangelhaft und wissenschaftlich ungenügend.

Die hohe Bedeutung des Humus für die Güte der Ackerkrume habe ich oben nachgewiesen; keineswegs aber finde ich in dem größeren oder geringeren Gehalte der Ackerkrume an diesem Bestandtheil eine direkte Garantie für die größere oder geringere Güte des Bodens. Daß z. B. unter allen Umständen die Ertragsfähigkeit einer Bodenart nach der Gegenwart von $^1/_2$ bis 5 oder 10 Prc. Humus in einem entsprechenden Verhältnisse zunimmt, ist eine Ansicht, welche allerdings, nach Thaer's Vorgange, lange Zeit hindurch große Verbreitung fand und noch gegenwärtig ihre Vertreter hat, aber weder durch die Praxis selbst bestätigt wird, noch von der Wissenschaft gerechtfertigt werden kann. Es ist klar, daß der Humus nicht allein in Folge klimatischer Einflüsse wesentlich verschieden auf die Entwickelung der Pflanzen wirken muß, in nasser Lage ganz anders als in trockner, in kalter anders als in warmer 2c., sondern daß auch der mechanische Zustand der übrigen Bestandtheile des Bodens die Wirkung des Humus unterstützt oder derselben hindernd entgegentritt, so daß in Folge dieses Verhaltens die geringere Quantität des Humus in der einen Bodenart eine ebenso große Wirkung ausübt, als der weit größere Humusgehalt einer anderen Ackerkrume.

Die gegenseitigen Mengenverhältnisse, in welchen der Sand und der Thon, die in fast allen Bodenarten vorherrschenden Bestandtheile, zugegen sind, bieten für die Aufstellung einer Klassifikation schon einen weit besseren Anhaltepunkt, als der Humus für sich allein; durch die Menge des Thones und Sandes ist häufig auch das Vorhandensein einer größeren oder geringeren Quantität anderer unmittelbar zur Ernährung der Pflanzen verwendeter Stoffe bedingt, wie auch die Gestaltung der physikalischen Eigenschaften der Ackerkrume, namentlich wenn man gleichzeitig den mechanischen Zustand, die gröbere oder feinere Zertheilung und die mehr oder weniger innige Mengung in's Auge faßt. Die genaue Bestimmung der physikalischen Eigenschaften

einer Bodenart, besonders der wasserhaltenden Kraft, Consistenz und Farbe giebt in der Regel einen ziemlich sichern Anhaltepunkt für die Feststellung der Ertragsfähigkeit derselben unter dem Einfluß eines bestimmten Klima's, doch sind über die Beziehungen jener Eigenschaften zur Fruchtbarkeit des Bodens bisher noch zu wenige Untersuchungen und Beobachtungen angestellt worden, als daß man aus denselben für die Praxis, für eine wirkliche ökonomische Beurtheilung des Bodens wesentliche Vortheile hätte ziehen können.

Die Klassifikation des Ackers wird fast durchgängig nach solchen Grundsätzen ausgeführt, welche aus dem Reinertrage desselben sich ableiten lassen, so daß die Bodenklassen von der ersten zu den folgenden fortschreitend, jedesmal um eine bestimmte Größe in ihrem Reinertrage niedriger werden. Die Ermittelung des Reinertrages eines Ackers ist oft mit großen Schwierigkeiten verbunden, indem zu diesem Zwecke eine Menge von Fragen im Voraus beantwortet werden müssen, wozu nicht immer die erforderlichen Vorlagen bei der Hand sind, oder überhaupt herbeigeschafft werden können. Die wichtigern Punkte, welche bei der Ermittelung des Reinertrages eines Grundstücks genau und vollständig in Betracht zu ziehen sind, und in der Regel auch bei der Bonitirung im Großen Berücksichtigung finden, sind nach Block die folgenden:

1. Die Größe und Lage des Ackers, die Beschaffenheit des Bodens, die Gleichartigkeit desselben, die Tiefe der Ackerkrume, der Untergrund, namentlich die physikalischen Eigenschaften desselben.

2. Die Früchte, welche vorzüglich darauf gedeihen, besonders die Kleefähigkeit, so wie auch der Ertrag an Brach- und Stoppelweide.

3. Der Düngungszustand, die Einsaat und der muthmaßliche Durchschnittsertrag.

4. Die Schwierigkeit der Bearbeitung, die Entfernung vom Gehöfte, der Zustand der Wege.

5. Die Kosten des Spannviehes und der Tagelöhner, also überhaupt die Bestellungs- und Perceptionskosten, so wie die Kosten der Düngung.

6. Die Servitute, Belästigungen, die Gefahren und mehr oder minder oft vorkommende Beschädigungen, denen das Grundstück ausgesetzt ist.

7. Die merkantilischen Verhältnisse, der Absatz der Produkte, die Durchschnittspreise; außerdem müssen auch die Kosten für die Verzinsung und Instandhaltung der nöthigen Gebäude, oder die Scheuermiethe, Assecuranz, Administrationskosten rc. in Rechnung gebracht werden.

Um den Reinertrag eines Grundstückes festzustellen, ist natürlich zunächst und vor allen Dingen nothwendig, den Bruttoertrag und zwar wo möglich von allen auf demselben kultivirten Pflanzen zu ermitteln, eine Ermittelung

welche nicht immer mit einer Einsicht in die Ernteregister, die außerdem auch selten vollständig vorliegen, vollendet ist, denn es ist klar, daß der Ertrag eines Ackers nach dem Düngungszustande, nach der mehr oder weniger sorgfältigen Bearbeitung, nach dem Fruchtwechsel, nach den Witterungsverhältnissen, wie auch überhaupt nach der größeren oder geringeren Intelligenz des augenblicklichen Besitzers ein wesentlich verschiedener sein wird. Man hat daher in jeder für die Praxis bestimmten Klassifikation für die verschiedenen Hauptklassen der Bodenarten eine mehr oder weniger wissenschaftlich gehaltene Charakteristik entworfen, so daß eine gewisse physikalische und chemische Beschaffenheit einer Bodenart die Einreihung in diese oder jene Klasse bedingt und gleichsam unabhängig von den durch Versuche erlangten Ernteresultaten dasteht, aber mit diesen, welche im Voraus für jede Klasse nach möglichst allgemeiner Erfahrung schon festgestellt sind, wenigstens ziemlich genau in Uebereinstimmung sich befinden muß. Es kann aber eine solche Charakteristik der einzelnen Bodenklassen gegenwärtig aus Gründen, welche ich oben angedeutet habe, niemals in bestimmten Ausdrücken abgefaßt, und die Klassen unter sich hinreichend scharf abgegränzt sein, ein natürlicher Mangel, welcher in der Praxis durch den sogenannten praktischen Blick des Boniteur's ersetzt werden muß, welcher allerdings Großes leistet, aber nicht Jedermanns Sache ist und jedenfalls erst nach langer Uebung erlangt werden kann. Aber selbst, wenn man im Stande wäre, den Roh-, wie den Reinertrag eines Ackers für die Gegenwart genau zu bestimmen und zwar, wie es der leichteren Uebersicht und gegenseitigen Vergleichbarkeit wegen geschehen müßte, nach einem einzigen bestimmten Wirthschaftssysteme, etwa nach dem sogenannten verbesserten Dreifeldersysteme, so würde dennoch schon nach wenigen Jahren eine Revision, wo nicht eine vollkommen neue Bonitirung vorgenommen werden müssen, und zwar um so eher, je verschiedener die plastischen und somit klimatischen Verhältnisse des Landes selbst sind, und je mehr die landwirthschaftliche Intelligenz nur Eigenthum des größeren Grundbesitzers, dem kleineren aber fremd ist. Die Gegenden, welche dem Ackerbau im Ganzen ungünstige Boden- und klimatische Verhältnisse besitzen, können begreiflicherweise selbst bei großer Intelligenz mit den großen Fortschritten, welche die Landwirthschaft in den letztverflossenen Jahren gemacht hat, nicht in gleichem Grade ihre Erträge steigern, wogegen die an sich schon sehr fruchtbaren Ländereien durch eine zweckmäßige Bewirthschaftung, durch die Einführung eines den Verhältnissen völlig entsprechenden Fruchtwechsels, oft um das Doppelte und mehr ihre Reinerträge vergrößert sehen; es wird also nach wenigen Jahren schon ein Mißverhältniß in den in früherer Zeit für richtig befundenen Erträgen der verschiedenen Grundstücke eintreten, welches, wenn jene Boni-

tirung einer Besteuerung des Grund und Bodens als Richtschnur gedient hat, Unzufriedenheit erregen muß bei den Bewohnern der von der Natur weniger beglückten Landschaften, wie auch im Allgemeinen bei den kleinern Grundbesitzern, welche weder in Intelligenz noch in Kapitalien mit den größeren Besitzer rivalisiren können.

c. Beispiel einer für den praktischen Gebrauch entworfenen Klassifikation der Bodenarten.

Die in früherer Zeit von Thaer, Schwerz, Schübler, Crome u. A. aufgestellten Klassifikationen der Bodenarten lasse ich hier unberücksichtigt, weil sie in wissenschaftlicher Hinsicht nicht genau und umfassend genug sind, für die Praxis gegenwärtig nur insofern noch Interesse haben, als sie bei der Aufstellung neuer Bodenklassen, welche wirklich im Großen bei der Bonitirung eines Landes in Anwendung gebracht wurden, benutzt und zum Theil auch zu Grunde gelegt worden sind. Ich entnehme vielmehr der Praxis selbst ein Beispiel der Bodenklassifikation und mache hier zunächst auf die behufs der Abschätzung des Grundeigenthums im Königreiche Sachsen aufgestellte und in den Jahren 1838 bis 1842 wirklich in Anwendung gebrachte Eintheilung der Bodenarten aufmerksam, welche vor anderen Versuchen ähnlicher Art durch eine leichte Uebersicht, durch möglichst genaue Begränzung der Klassen und Berücksichtigung aller äußeren Umstände und Verhältnisse sich auszeichnet, und den auf Boden und Vegetation modificirend einwirkenden klimatischen Einflüssen eine größere Beachtung widmet, als es anderwärts geschehen ist.

Die Reihenfolge der Klassen ist so festgestellt, wie sich solche im Allgemeinen und namentlich im milden Klima nach ihren Reinerträgen abstufen. Nach der Bodenbeschaffenheit stehen diese Klassen in einer näheren oder entfernteren Verwandtschaft zu einander und zwar in drei Reihen:

Thonboden: Klasse I. III. VI. IX.
Lehmboden: „ II. IV. V. VII.
Sandboden: „ VIII. X. XI.

Klasse VIII bildet unter Umständen den Uebergang aus der zweiten in die dritte Reihe und nimmt unter anderen Umständen Eigenschaften der Klasse IX an; sie ist daher in gewissen Beziehungen mit allen drei Reihen verwandt. Klasse XII enthält alles Ackerland, welches nicht zu dem Anbau einer Getreideart, sondern blos durch seinen natürlichen Graswuchs als Weide nutzbar erreicht wird. Die Ertragsfähigkeit jeder dieser 12 Klassen des Ackerlandes wird nach dem Maß und Werth der Früchte bestimmt, welche von dem Acker bei landüblicher Kultur und wirthschaftlicher Behandlung nach den Regeln der Dreifelderwirthschaft unter Voraussetzung einer dem Ertrag entsprechenden

Düngung zu erwarten sind. Merkmale für die Bestimmung der Ertragsfähigkeit sind die Beschaffenheit der Ackerkrume, die Tiefe derselben, die Beschaffenheit des Untergrundes, die Lage und die klimatischen Verhältnisse.

Die Unterscheidung zwischen Thon- und Lehmboden ist in der Praxis seit undenklichen Zeiten allgemein angenommen; diese Benennungen verdienen auch in der Wissenschaft festgehalten zu werden. Jene beiden großen Abtheilungen der Bodenarten besitzen gewisse allgemeine Charaktere, welche nicht sowohl in der chemischen Zusammensetzung, als vielmehr in der physikalischen Beschaffenheit der Ackererde begründet sind. Thon und Lehm sind für den Chemiker Worte von gleicher Bedeutung, der Landwirth versteht jedoch unter Thonboden einen Boden von zäher, bindiger Beschaffenheit, welcher die mechanische Bearbeitung sehr erschwert, oft an Kälte, Nässe leidet und eine nur geringe chemische Thätigkeit zum Vortheil der Vegetation entwickelt, er ist ein träger Boden. Der fruchtbare Lehm zeichnet sich durch vollkommene und innige Mischung der Hauptbestandtheile des Bodens aus und durch einen passenden, dem Wachsthum der Kulturpflanzen gerade am meisten zusagenden Grad von Lockerheit, wärme- und wasserhaltender Kraft und chemischer Thätigkeit. Man behauptet gewöhnlich, der Lehmboden sei ein Gemenge von Thon und feinem Sande zu gleichen Theilen, während der Thonboden den Sand in geringerer Menge enthalten soll. Diese Behauptung ist keineswegs immer richtig; man könnte leicht sich Proben verschaffen von wirklichen Lehmböden, welche hinsichtlich des beigemengten Sandes einen ganz gleichen Gehalt zeigen, wie viele Thonböden. Es liegt hier das Bestimmende in der Innigkeit der gegenseitigen Mischung beider Stoffe, ferner in der Menge und der Beschaffenheit des zugleich auftretenden Humus und des Kalkes und überhaupt in den durch mechanische Verhältnisse hauptsächlich bedingten physikalischen Eigenschaften, welche in dem Lehmboden die gerade erwünschte mittlere Thätigkeit für das Gedeihen der Vegetation entwickeln, dagegen nach beiden Seiten hin immer mehr ihren Extremen sich nähern, die sie in dem reinen Sandboden und dem reinen Thonboden erreichen und damit auch der Vegetation selbst ihre Gränze setzen.

Jede der oben angedeuteten Klassen hat gewisse klimatische Abstufungen, welche nach der höheren oder niederen Lage der Flur auf die folgende Weise festgestellt worden sind. Bis zu einer Höhe von 500 Fuß über dem Meeresspiegel der Nordsee erstreckt sich die erste Abtheilung oder die Region des milden Klima; mit der Höhe von 2401 Fuß beginnt die letzte Abtheilung oder die äußerste Region des kalten Klima. Zwischen diesen beiden Normalhöhen sind 19 Abtheilungen in gleichmäßigen Abstufungen von jedesmal 100 Fuß, als Uebergänge von dem milden ins gemäßigte, rauhe und kalte

Klima eingeschaltet, so daß die Zahl der klimatischen Unterscheidungen überhaupt 21 beträgt. Für jede dieser Abtheilungen ist nach Maßgabe der größeren und geringeren Einwirkung des Klima's auf nasse und trockne, schwerere und leichtere Ackerländereien bei den verschiedenen Ackerklassen im Voraus ein entsprechender Abfall der Reinertragssätze angenommen und berechnet worden, dessen Anwendung gleichmäßig mit der Einreihung einer Flur in diese oder jene klimatische Abstufung zu Folge der Höhenmessungen eintritt. Besondere örtliche Umstände, z. B. eine, nachtheiligen Wetterzügen und kältenden Winden ausgesetzte Lage, Nähe großer Waldungen und Gewässer, nördliche Abdachung &c., welche in einer Flur vorgefunden werden und sicheren Nachrichten zufolge das Klima daselbst für das Fortkommen der Gewächse ungünstiger gestalten, als in anderen benachbarten Fluren von derselben Höhe, aber ohne dergleichen örtlich einwirkende Umstände, der Fall ist, finden ihre Berücksichtigung überdies noch durch besondere Abzüge, welche in jedem solchen außerordentlichen Falle von den Reinerträgen sämmtlicher Ackerländereien der Flur in Abrechnung gebracht werden, aber 3 Prc. nicht übersteigen dürfen.

Neben den 12 Hauptklassen kann unter gewissen Umständen noch die Einschaltung der Ackerländereien in Zwischen- und Unterklassen stattfinden. Wenn die Hauptklassen den Begriff für gewisse Hauptarten des Ackerlandes abgeben, welche unter bestimmten Verhältnissen eine gewisse Ertragsfähigkeit haben, so besteht der Zweck und Unterschied der genannten Unterabtheilungen im Allgemeinen darin, daß die Zwischenklasse den Uebergang in der Bodenbeschaffenheit von zwei verwandten Hauptklassen, — die Unterklasse dagegen das Vorhandensein nachtheilig einwirkender örtlicher und äußerer Umstände bezeichnet; die letztere tritt in allen den Fällen ein, wo die Bodenbeschaffenheit eines Ackers an sich zwar der Beschreibung der Haupt- und Zwischenklassen im Ganzen gleich, die anzunehmende Tragbarkeit aber durch Schrintstellen, Schwitz- und Hungerquellen, größeren oder geringeren Steingehalt &c. geringer erscheint, und wo die Abdachung und Lage von den in der Charakteristik aufgestellten Voraussetzungen dergestalt abweicht, daß blos dadurch das sonst eigenthümliche Verhalten der Bodenart einer Klasse sich verschlimmert zeigt. Die Werthsansätze der Zwischenklassen bilden das Mittel der Reinertragssätze der zwei Hauptklassen, worauf sie sich beziehen; die Werthsansätze der Unterklassen aber das Mittel zweier klimatischer Abstufungen der nämlichen Haupt- oder Zwischenklassen.

Anstatt die genauere Charakteristik der hier angedeuteten Bodenklassen zu geben, gehe ich auf eine andere Klassifikation näher ein, welche mit Zugrundelegung der bei der praktischen Durchführung der königlich sächsischen

Landesabschätzung gemachten Erfahrungen, unter Vermeidung der dort beobachteten Mängel, von Runde für die Verhältnisse des Herzogthums Altenburg entworfen und vor Kurzem veröffentlicht worden ist. Obgleich diese Klassifikation nur auf einen kleinen Theil des deutschen Landes zunächst sich bezieht, so ist doch die Mannichfaltigkeit der Bodenarten eine so große und das ganze System so umfassend, daß es mit wenigen Abänderungen auch vielen anderen Ländern angepaßt werden könnte. Die im Folgenden näher beschriebene Klassifikation scheint mir den Ansprüchen zu genügen, welche bei dem gegenwärtigen Stande der Praxis und der Wissenschaft überhaupt in dieser Hinsicht gemacht werden können. Daß auch dieser Entwurf mancherlei Mängel hat und sehr vieler Verbesserungen hinsichtlich der genauen und sicheren Charakteristik der einzelnen Klassen fähig ist, bedarf wohl nach den früher gegebenen Mittheilungen keiner weitern Auseinandersetzung.

Die Eintheilung des Ackerlandes ist zunächst auf dessen unzweideutigste und erkennbarste Eigenschaft, die Cohäsion des Bodens, begründet; es sind gemäß den Begriffen von strengem (Thon), mildem (Lehm), leichtem (Sand) und kalkhaltigem Boden 4 Hauptabtheilungen gemacht worden, innerhalb deren die ihrem Cohäsionsverhalten nach verwandten und ähnlichen, aber hinsichtlich ihres Humusgehaltes, ihrer Mächtigkeit, ihres Untergrundes, ihrer Lage ꝛc. nichtsdestoweniger sehr verschiedenen Bodenarten in Klassen eingereiht werden konnten. Letztere stellen hiernach fünf Abstufungen in jeder der 4 Abtheilungen dar, die sich nach den Merkmalen, welche theils jene äußerlich erkennbaren Bodeneigenschaften, theils die Gewächse rücksichtlich ihres verschiedenartigen Fortkommens an die Hand geben, dergestalt bestimmen und bezeichnen lassen, daß nach Runde über die Frage, in welche Abtheilung und Klasse ein Ackerland zu stellen ist, bei einiger Uebung in diesem Geschäft nicht leicht Zweifel entstehen kann.

Hinsichtlich der Charakteristik der verschiedenen Bodenklassen, welche von Runde für das Herzogthum Altenburg aufgestellt worden sind, muß ich mich auf folgende kurze Uebersicht beschränken.

I. Abtheilung. Strenger Boden. Thonboden.

1. Klasse. Tiefer humoser Thon mit saugendem Untergrund. Die Ackerkrume ist auf durchlässigem Untergrunde gleichartig und in der Mächtigkeit von mindestens 2 Fuß aufgelagert; sie zeigt trotz des überwiegenden Thongehaltes dennoch eine mürbe Beschaffenheit in Folge der mildernden Einwirkung des reichlich und innig beigemengten Humus. Der Boden ist sehr reich an natürlicher Pflanzennahrung und gestattet von ihm längere Zeit ohne alle Düngung Ernten zu entnehmen; jedoch leiden die Ge-

treidefrüchte mitunter durch schnellen Temperaturwechsel, Lohen und andere Zufälle, welche Nachtheile aber durch überaus reiche Ernten in günstigen Jahren mehr als ausgeglichen werden und besonders auch dadurch, daß auf diesem Boden Weizen, Raps und ähnliche edle, sonst mit keiner schnellen Wiederkehr verträgliche Früchte in kürzestem Wechsel kultivirt werden können.

2. Klasse. *Reicher sandhaltiger Thon mit artbarem Untergrund*; gewöhnlich dunkelbraun, dunkelgrau oder roth gefärbt, zuweilen mit Kieseln gemengt, oft in der Nähe von Trapp- und Porphyrgebirgen. Die Gemengtheile sind deutlich körnig und werden durch ein thoniges Bindemittel in ziemlich festem Zusammenhange erhalten. Der Untergrund muß zur Vertiefung der Ackerkrume geeignet sein und die Feuchtigkeit so weit eindringen lassen, daß sich in der Ackerkrume nicht leicht stauende Nässe ansammeln kann. Der Weizen wächst auf diesem Boden oft stark ins Stroh und liefert Körner von geringerer Beschaffenheit, weswegen auf diesem Boden meist Roggen als Winterfrucht angebaut wird; auch Gerste wird ungemein gefährdet durch einen den Acker kurz nach der Einsaat treffenden Schlagregen; Hafer sagt diesem Boden am meisten zu und ist von allen Früchten verhältnißmäßig hier die allerergiebigste und am meisten lohnende.

3. Klasse. *Vermögender thoniger Lehm mit strengem Untergrund.* Strenger bindiger Lehm, der zwar einen fühlbaren Gehalt von sehr feinem Sand, in der Regel aber keine Beimengung von gröberem Sand zeigt und nur durch Kultur und Düngerzufluß die mürbere Beschaffenheit und die dunklere ins Braungelbe übergehende Färbung, welche derselbe in der oberen Ackerkrume zeigt, angenommen hat; er kommt oft in der Nähe von Thonschiefergebirgen vor. Von dem Boden der vorhergehenden Klasse unterscheidet er sich theils durch sein mehr lehmiges, glättiges und gebundenes, als körniges und bröckliches Wesen, theils durch die verschlossenere und weit rohere Beschaffenheit seines meistens schon in der Tiefe von 6 Zoll hervortretenden Untergrundes. Besonders Weizen, aber auch Roggen, überstehen bei gehörigen Entwässerungsvorkehrungen den Winter auf diesem Boden gut; Sommergetreide und Hülsenfrüchte gedeihen nur zu gut, wenn das Ackerland durch starken Frost im Winter mürbe gemacht, im Frühjahr gut bearbeitet ist und die erste Vegetationsperiode durch warme und fruchtbare Witterung begünstigt ist. Dem Kopfklee sagt derselbe vorzugsweise zu.

4. Klasse. *Magerer, lehmiger Thon mit lettenartigem Untergrund.* Er enthält wenig Humus, ist meist fahlgelb gefärbt, bei starkem durchdringenden Regen dem Verschlämmen ausgesetzt; vorübergehende Regen machen die Oberfläche, wie man zu sagen pflegt, wasserhart. Anhaltende Nässe dagegen übersättigt die meistens nur seichte Ackerkrume sehr bald,

weil der Untergrund sich in der Regel undurchlässig verhält. Oft sind dergleichen Felder mit Gallen- und Schwitzstellen behaftet. Das Gedeihen der Winterfrüchte hängt größtentheils von günstiger Witterung im beginnenden Frühjahr ab; Weizen hält sich besser als der Roggen, Gerste kommt fast gar nicht fort und der Klee wird häufig durch den Frost gezogen und zeigt meistens nur einen dünnen Stand.

5. Klasse. Träger, naßkalter Thonletten mit ganz verschlossenem Untergrund; kommt am häufigsten in der Nähe von Schieferthon und kalkartigen Gebirgsarten vor, und macht sich insbesondere durch sein klebriges, schmieriges Wesen nach einigermaßen feuchter und durch sein schlammiges Zusammenlaufen bei anhaltend nasser Witterung kenntlich; ausgetrocknet verhärtet er dagegen so, daß weder Egge noch Pflug darin haften. Die Ackerkrume ist gewöhnlich sehr seicht und der lettige Untergrund gestattet keine Vertiefung derselben. Das Fortkommen aller Früchte ist in diesem Boden sehr mißlich und nur durch starke Düngung ein einigermaßen lohnender Erfolg zu erzwingen.

II. Abtheilung. Milder Boden. Lehmboden.

1. Klasse. Tiefer, milder, humoser Lehm mit gleichartigem Untergrund. Von dem humosen Thon unterscheidet dieser Boden sich dadurch, daß sein Gefüge lockerer und gewöhnlich ein mehr blättriges als körniges ist; daß er sich in der Hand weit mürber, milder, gleichsam elastisch anfühlt und zusammengedrückt keine festen Ballen bildet. Der Untergrund verhält sich hinreichend saugend und verhindert jegliche Ansammlung von stauender Nässe; die bräunlich gefärbte Ackerkrume ist von Steinen frei, fühlt sich mehr milde als rauh an und ist reich an schwärzlich faserigen Humustheilen und feiner moderiger Erde. Der reiche Ertrag dieses Bodens liegt mehr in der Seltenheit geringer, als in der ungemein großen Ergiebigkeit einzelner Ernten, und in dem ebenso sichern als bedeutenden Stroh- und Futtergewinn, welchen er liefert.

2. Klasse. Warmer, kräftiger, sandhaltiger Lehm mit abfallendem, aber noch anhaltendem Untergrund. Der Boden dieser Klasse leidet durch Nässe niemals und nur ausnahmsweise in sehr dürren Jahren durch zu starkes Austrocknen; der Humusgehalt ist minder groß als bei der vorigen Klasse, der Sand fühlbar schärfer und vorherrschender, die Ackerkrume oft mit einzelnen Steinchen vermengt und weniger mächtig, der Untergrund poröser, minder lehmig und meistens mit roth und ochergelb gefärbtem eisenschüssigem Sand vermengt. Der Winterroggen gedeiht auf diesem Boden vorzüglich, auch Gerste und Hafer geben lohnende Ernten,

jedoch nicht so regelmäßig und sicher als in der vorigen Klasse; Kartoffeln und namentlich Rüben gerathen fast immer sehr gut.

3. Klasse. **Milder, vermögender Lehm mit undurchlässigem Untergrund.** Das Ackerland hat oft noch spatentief und tiefer dasselbe Aussehen, wie der Boden der vorstehenden Klassen, verhält sich aber mehr feucht als trocken, so daß bei anhaltend nasser Witterung schon wesentliche Nachtheile daraus erwachsen; oft sind auch Gallen- und Schwitzstellen vorhanden. In nassen Jahren wintert der Roggen zuweilen etwas aus, auch Gerste, Erbsen und Kartoffeln leiden, dagegen kann der Weizen noch mit gutem Erfolge gebaut werden, der Hafer gedeiht immer und der Klee, zumal in trockenen Jahren, sogar besser als auf Boden der vorhergehenden Klasse.

4. Klasse. **Magerer, sandiger Lehm mit kiesigem Untergrund.** Der sandige Lehm ist meistens mit vielen Kieseln und andern Steinen gemischt, die ihn schon zu einem etwas hitzigen Boden machen. Der mit Steinen ebenfalls und zwar gewöhnlich noch in weit stärkerem Grade behaftete Untergrund befördert nicht nur das schnelle Austrocknen der Ackerkrume, sondern hält auch an sich, wegen seiner Durchlässigkeit, keine Feuchtigkeit an. Roggen geräth meist gut, die Sommerhalm- und Hülsenfrüchte gedeihen nur gut bei öfterem Regen, der Klee liefert gewöhnlich nur einen erträglichen Schnitt; Kartoffeln gerathen vorzüglich und gewähren den größten Ertrag von diesem Boden.

5. Klasse. **Dürftiger, flüssiger Lehm mit naßkaltem schluffigem, verschlossenem Untergrund.** Sand- und steinhaltiger, schüttiger Lehm, der wegen schlechter Beschaffenheit des schon bei geringer Tiefe hervortretenden Untergrundes häufig an Nässe leidet. Mehr noch wie der geringere Thonboden hat er die Eigenthümlichkeit, bei anhaltendem Regen übersättigt zu werden und breiartig auseinander zu fließen, wogegen ihm die Neigung, eine Kruste zu bilden oder stark zu zerklüften und zu verhärten, weniger beiwohnt. Der Anbau fast aller Fruchtarten, besonders aber der zu überwinternden Gewächse ist unsicher, weil Boden dieser Klasse nicht blos an stauender Nässe leidet, sondern auch wegen der Seichtigkeit der Ackerkrume öfter auffriert, sich hierbei wechselnd hebt und senkt und die Pflanzen dadurch entwurzelt.

III. Abtheilung. Leichter Boden. Sandboden.

1. Klasse. **Reicher humoser Sandboden mit Untergrund von gleichartiger, in der Tiefe stets feuchter Beschaffenheit.** Er muß sich vermöge seiner Lage in Niederungen von unten auf stets frisch erhalten, jedoch dürfen die in der Tiefe befindlichen Grundwasser niemals bis

zum Wurzelstock der Pflanzen herauf stauen und diesen durch ein Uebermaß von Nässe nachtheilig werden. Die Feuchtigkeit verdünstet an der Oberfläche sehr bald und läßt diese öfter ganz staubig und dürr erscheinen, während die nur um Weniges tiefer liegende Bodenschicht sich, wenn auch nicht naß, doch mehr feucht als trocken anfühlt. Boden dieser Art steht wegen seiner geringen Bestellungskosten und seiner sicheren Ergiebigkeit in trockenen und nassen Jahren meistens in hohem Werthe und hinter dem besseren Thon- und Lehmboden nur deshalb zurück, weil er wegen seiner lockeren Beschaffenheit sich nicht zum Standort aller Fruchtarten eignet und das Wuchern der lästigen Unkräuter, wie Hederich, Quecken rc., sehr begünstigt.

2. Klasse. Feinkörniger, lehmiger Sand mit etwas anhaltendem Untergrund. Dem Sandboden dieser Klasse wohnt in Folge des feinen Kornes, woraus er besteht, noch einige Cohäsion und wasserhaltende Kraft bei, weswegen er sich innerhalb noch immer frisch anfühlt, wenn auch die Oberfläche nach dem Austrocknen ganz staubig geworden ist; häufig ist er mit Glimmerblättchen, öfter noch mit Steinen vermengt. Winter- und Sommerroggen gedeihen hier am besten, als Grünfutter wird fast nur Spergel gebaut, die Kartoffeln gerathen, namentlich in Qualität, ausgezeichnet.

3. Klasse. Feuchter, schluffiger Sand- oder Moorboden mit naßkaltem, eisenschüssigem Untergrund. Es gehören in diese Klasse zweierlei Bodenarten, welche hinsichtlich ihrer Kulturbedingungen und Ertragsverhältnisse auf ziemlich gleicher Stufe stehen, nämlich der nasse, träge, kalkgründige Sandboden, dessen Untergrund eine schluffige, gewöhnlich mit rostgelben Streifen durchzogene und mit Raseneisen- und sogenannten Ortsteinen vermengte Masse darstellt; und sodann der Moorboden, welcher angefeuchtet eine torfige, schlammige und lockere, abgetrocknet eine schwarzbraune, staubige Erde bildet, vom Winde leicht bewegt und vom Froste leicht gehoben wird, jedoch nicht versäuert ist. Das Wintergetreide ist auf beiden Bodenarten großen Gefahren ausgesetzt, Hafer gedeiht noch am besten und giebt namentlich einen guten Strohertrag; ein Gemenge von Hafer und Wicken wird meist als Grünfutter gebaut, das Fortkommen des Klees, selbst der Kartoffeln und Rüben ist mißlich, wogegen das Kraut darauf meist gut zu gerathen pflegt.

4. Klasse. Trockener, magerer grobkörniger Sand mit dürrem, durchlassendem Untergrund. Sandboden dieser Klasse zeigt sich nur angefeuchtet noch etwas bindend, im gewöhnlichen Zustande aber schon so pulverförmig und lose, daß er sich nicht mehr in der Hand ballen läßt; die Färbung ist in der Regel weißgelb; ist sie dunkel eisenroth und der Boden überhaupt mehr aus verwittertem Todtliegenden oder ähnlichen Sand-

steinformationen gebildet, so erweist er sich gewöhnlich fruchtbarer und kann dann meistens schon dem Sandboden 2. Klasse beigezählt werden. Das Fortkommen von Winter- und Sommerroggen, Buchweizen, Kartoffeln und Spergel ist von günstiger, d. h. mehr feuchter als trockener Witterung abhängig.

5. Klasse. Grandiger, eisenschüssiger Sand und Kies, ingleichen Flugsand und torfartiger Flugboden. Einem Boden von dieser schlechten Beschaffenheit, welcher keine reguläre Kultur mehr bezahlt, ist als Acker nur dadurch ein Reinertrag abzugewinnen, daß er zur Weide benutzt, von Zeit zu Zeit umgebrochen, auf gut Glück mit Roggen bestellt und sonach ohne Rückgabe von Dünger von ihm ein Strohertrag bezogen wird.

IV. Abtheilung. Mergel- und Kalkboden.

1. Klasse. Reicher, humoser, thoniger Mergelboden mit gleichartigem Untergrund. Die Bindigkeit des Thons ist durch Humus und feinzertheilten Kalk ermäßigt; der Boden ist hinreichend porös, um ein schnelles Eindringen der Feuchtigkeit bis ins Innere der Schollen und Ackerklöße bei Regen zu gestatten. Nasse Jahre werden nicht gefürchtet, weil das Aufsaugungsvermögen der Ackerkrume und des Untergrundes keine stauende Nässe aufkommen läßt. Bedenklicher ist anhaltend trockene Witterung, besonders während der Saatzeit, weil sich dann sofort eine Kruste bildet, die öfter das Aufkommen und Fortkommen der jungen Saaten gefährdet. Weizen und Bohnen geben auf diesem Boden vorzugsweise hohe Erträge.

2. Klasse. Vermögender kalkhaltiger Lehm mit schüttigem Untergrund. Dieser Boden ist weniger gebunden als der erster Klasse, er zeigt sich schon dem Gefühl nach sandhaltiger, während der Untergrund feiniger ist. Mit einer Kruste pflegt sich auch dieser Boden öfters zu überziehen, jedoch ist solche meistens durch viele kleine Risse und Sprünge so gebrochen, daß die Saaten beim Aufgehen nicht leicht dadurch gefährdet werden. Die den Kalkboden überhaupt auszeichnenden Eigenschaften eines mäßig feuchten, mürben, warmen und thätigen Verhaltens vereinigt dieser lehmige Mergelboden am vollständigsten, weshalb sich auch schon die kleinste, ihm dargebotene Düngergabe wirksam zeigt, und alle darauf erbauten Früchte nicht nur merklich früher reifen, sondern in der Regel auch wegen ihrer Qualität in besonderem Rufe stehen, namentlich der Weizen; auch Gerste wächst sehr gut, und für die schmetterlingsblüthigen Gewächse, ganz besonders die Esparsette scheint dieser Boden die eigentliche Heimath zu sein.

3. Klasse. Kalkhaltiger Thonletten mit Haftsteinen im

gleichartigem Untergrund. Den Hauptbestandtheil bildet ein von Eisen meist sehr verschieden gefärbter Thonletten; der Kalk ist nicht sehr innig beigemengt, man bemerkt oft größere Kalkkörner völlig frei in der Ackerkrume liegen; der Boden ist weit bindiger, als der der vorhergehenden Klassen und wird nach dem Austrocknen bald starr und fest, so daß er ohne Zutritt von Regen mit Pflug und Egge gar nicht zu bewältigen ist. Die eingesprengten Kalktheilchen bewirken, daß der Boden für die Luft zugänglich und für das Wasser durchlässig wird, so daß erfahrungsmäßig nasse Jahre dem Gedeihen der Früchte darauf keinen Eintrag thun und nur trockene Jahre gefürchtet zu werden pflegen. Der Untergrund erscheint sehr compakt, enthält aber viele Haststeine und gestattet deshalb nicht die Vertiefung der meist nur seichten Ackerkrume. Weizen, Hafer, Erbsen und Klee sind die Kulturgewächse, welche sich am besten für diesen Boden eignen; für Gerste ist der Boden zu schwer, und Kartoffeln verkitten sich mit dem Boden so sehr, daß ihr Ausnehmen ungemein schwer fällt und außerdem ihr Gedeihen nicht gesichert ist; überhaupt gestattet derselbe vieles Sömmern nicht und es gehört vielmehr das öftere Halten reiner Brache zu den Bedingungen seiner entsprechenden Kultur.

4. Klasse. Sandiger Lehm-Mergel mit sehr steinigem Untergrund. Ein sich etwas rauh anfühlendes Erdreich von gelblich brauner Farbe, welches seicht auf kalksteinhaltigem Untergrunde lagert und mit vielen Kalktrümmern vermengt ist. Schon durch die Luft, mehr noch durch Frost, verliert dieser Boden so allen Zusammenhang, daß ihn der Wind von den Pflanzenwurzeln abweht, weshalb er auch im gemeinen Leben „Flugboden" genannt wird. Der steinige Untergrund gestattet keine Vertiefung der seichten Ackerkrume. Weizen und Hafer vertragen sich noch am besten mit der Natur dieses Bodens; nicht selten findet man die Esparsette, ja zuweilen auch die Wicke, mit gutem Erfolge zur Fütterung darauf gebaut.

5. Klasse. Armer, dürrer, loser Sand-Mergel mit gleichartigem Untergrund. Der Boden besteht fast ausschließlich aus Kalksand und Kalksteinen; er wird zu einem regulären Anbau mit Früchten für zu hitzig erachtet und daher meistens nur als Weideland benutzt, welches von Zeit zu Zeit umgebrochen und mit Hafer besäet zu werden pflegt. Oefter findet sich solcher Kalksand mit bituminösen Bestandtheilen vermengt, wodurch er eine dunklere Färbung erlangt, sich milder anfühlt und ein besseres Ansehen, keineswegs aber an Fruchtbarkeit gewinnt, sondern nur die Eigenschaften annimmt, welche der Landmann dem sogenannten „tauben Boden" beilegt.

Die vorstehende Klassifikation der Bodenarten ist auch deshalb ziemlich ausführlich mitgetheilt worden, weil ich sie für geeignet halte, den Chemiker,

welcher seine Zeit und Talente im Streben nach einer wissenschaftlichen Begründung des Ackerbaues zu verwenden geneigt ist, zu einer Untersuchung anzuregen, deren Resultate für die Praxis, wie für die Wissenschaft gleich werthvoll sein würden. Ich meine nämlich die Untersuchung der chemischen und physikalischen Eigenschaften von Bodenarten, von denen jede einzelne in möglichster Schärfe mit der Charakteristik irgend einer der im Obigen beschriebenen Bodenklassen übereinstimmt; man würde dann ersehen können, ob die chemische Zusammensetzung der Ackererde mit den physikalischen Eigenschaften selbst bis auf genaue Zahlenverhältnisse in einem direkten Zusammenhang steht, welche der physikalischen Eigenschaften vorzugsweise maßgebend sind und bis zu welcher Ausdehnung. Von ungleich größerer Bedeutung müßten jene Untersuchungen sein, wenn zu gleicher Zeit genaue Beobachtungen damit verbunden werden über die Ertragsfähigkeit der einzelnen Bodenarten, und zwar Beobachtungen, welche mehrere Jahre hintereinander und in einer Gegend angestellt werden, wo die verschiedenen Bodenklassen in möglichster Nähe neben einander und in ähnlicher Lage vorkommen, damit die Resultate nicht durch abweichende klimatische Verhältnisse größere oder geringere Modifikationen erleiden; wo aber die verschiedenen Bodenklassen nicht in größerer Mannichfaltigkeit auftreten, müßten wenigstens stets zweierlei oder dreierlei Bodenarten für diese Versuche benutzt werden, weil man nur dadurch für die Vergleichung mit anderen Gegenden und den hier erlangten Resultaten hinreichend sichere Anhaltepunkte sich verschaffen könnte. Es giebt kaum etwas Thörichteres und für die allgemeine Förderung der Landwirthschaft weniger Gleichgültiges, als die Resultate der gewöhnlichen im Großen oder im Kleinen ausgeführten Versuche zur Prüfung künstlicher oder natürlicher Düngmittel und zur Feststellung des Ertrages von dieser oder jener Kulturpflanze, wenn nicht zu gleicher Zeit die Boden- und klimatischen Verhältnisse genügende, d. h. möglichst sorgfältige Berücksichtigung finden.

Die Praxis ist in der Beurtheilung der Ertragsfähigkeit einer Bodenart im Allgemeinen der Wissenschaft vorausgeeilt; die letztere wird hier, wie in manchen andern Zweigen der Landwirthschaft, erst nachträglich die Erklärung verschiedener Erscheinungen zu liefern haben. Die Wissenschaft wird meiner Ansicht nach wohl thun, ihre Bestrebungen an die Erfahrungen des Praktikers anzuknüpfen, aus der Praxis ihre Vorlagen und Aufgaben zu entnehmen, um durch die Resultate ihrer Untersuchungen dem Ackerbau direkte Dienste zu leisten, bei den praktischen Landwirthen immer mehr Vertrauen zu gewinnen, und so zum Wohle des Einzelnen, wie der ganzen Menschheit immer größere Verbreitung und damit auch eigene Vervollkommnung zu finden.

Zweiter Abschnitt.

Ursprung, Zusammensetzung und Wirkungsart der Düngmittel.

Die theoretische Düngerlehre.

Die einfachen Stoffe, aus welchen die Pflanze zusammengesetzt ist, und in welche sie zerlegt werden kann, müssen ihr von Außen in einer bestimmten Form oder Verbindung dargeboten werden; sie entnimmt ihren Kohlenstoff dem in der Luft verbreiteten oder in dem Erdboden durch Verwesung organischer humusartiger Substanzen sich erzeugenden kohlensauren Gase, den Wasserstoff eignet sie sich aus dem Wasser an, den Sauerstoff erhält sie aus beiden genannten Verbindungen oder durch direkte Aufnahme aus der Atmosphäre, während der Stickstoff ihr als Hauptbestandtheil des ebenfalls oft in der Luft vorhandenen, besonders aber bei Fäulniß stickstoffhaltiger Substanzen im Boden entstehenden kohlensauren Ammoniaks dargeboten wird. Die feuerfesten Bestandtheile der Asche endlich müssen ebenfalls, wie die Wissenschaft nachgewiesen hat, als wesentlich für das Wachsthum und Gedeihen der Pflanze angesehen werden, sie gehen aus dem Erdboden, in Wasser aufgelöst, in den vegetabilischen Organismus über, und nehmen hier Theil an der Erzeugung neuer und eigenthümlicher Gebilde, indem sie selber mancherlei Umsetzungen erleiden.

Die verschiedenen Nahrungsstoffe, welche in ihrer Gesammtheit die Pflanze ernähren und nothwendig derselben von Außen dargeboten werden müssen, gelangen also theils aus der Luft, theils aus dem Boden in den Organismus der Pflanzen. Zu den ersteren gehört die Kohlensäure, zum Theil auch das Ammoniak und das Wasser; zu den letzteren die mineralischen Nahrungsstoffe ausschließlich, das Wasser, die Kohlensäure, wie auch das Ammoniak zum großen Theil. Wenn die Luft auch eine unerschöpfliche Quelle von gasförmigen pflanzenernährenden Substanzen ist, so müssen doch wenigstens die auflöslichen Mineralstoffe allmälig in Folge von immer neu

sich entwickelnden Pflanzen im Boden an Menge abnehmen und schließlich nicht mehr ausreichen zur vollkommenen Ausbildung der Gewächse. Will der Boden daher an Fruchtbarkeit nicht verlieren soll, so muß man Sorge tragen, daß die Menge, wie das gegenseitige Verhältniß der auflöslichen Mineralstoffe im Boden von der Art bleibt, wie es den Pflanzen zu ihrem Gedeihen am meisten zusagt. Der fruchtbare Zustand des Bodens kann hinsichtlich der genannten Stoffe auf zweierlei Weise erhalten oder wiederhergestellt werden, einmal durch die **mechanische Bearbeitung**, durch Auflockerung und Vertiefung der Ackerkrume, indem man die letztere von Zeit zu Zeit in vollständigere Berührung mit der atmosphärischen Luft bringt und deren verwitterndem, auflösendem und dadurch befruchtendem Einflusse aussetzt; dann aber auch durch die **chemische Verbesserung** des Bodens d. h. durch Zuführung von Substanzen, welche entweder unmittelbar zur Ernährung der Pflanzen beitragen, oder aus welchen wenigstens derartige Stoffe nach und nach sich entwickeln und abscheiden können. Die zweite Methode der Verbesserung des Bodens, von welcher in diesem Abschnitte ausschließlich die Rede sein wird, bezeichnen wir im Allgemeinen mit dem Namen der **Düngung** und die zugeführten Substanzen selbst als **Dünger**, **Düngstoffe** oder **Düngmittel**.

Die Erfahrung, entnommen einer sorgfältigen Beobachtung der Natur oder den Resultaten direkt angestellter Versuche, ist in **allen Zweigen der Naturwissenschaft und so auch** in der auf **deren Basis aufgebauten Landwirthschaft unsere** beste **Lehrmeisterin.** Die Erfahrung hat uns bewiesen, daß außer den mineralischen Stoffen, welche wir im Dünger dem in Kultur stehenden Boden zuführen, noch andere Substanzen die Fruchtbarkeit des letzteren bedeutend zu erhöhen im Stande sind, nämlich organische, sowohl stickstofffreie als stickstoffhaltige Substanzen. Wir wissen, daß ein Acker, welcher fortwährend, viele Jahre hinter einander, einzig und allein mit künstlichen Düngmitteln überstreut wird, welche wenig oder gar nichts von einem Stoffe enthalten, der durch weitere Zersetzung in Humus überzugehen vermag, und aus welchem Kohlensäure und Ammoniak sich entwickeln kann, wir wissen, daß ein so bestellter Acker nach und nach an Ertragsfähigkeit abnimmt, und zwar um so schneller, je mehr die zugeführten Mineralstoffe in Folge ihrer chemischen Beschaffenheit die Zersetzung der bereits in dem Boden vorhandenen Humussubstanzen beschleunigen. Die sehr stickstoff- oder ammoniakreichen Düngmittel haben vielfacher Erfahrung zufolge, bis zu einer gewissen Gränze eine ihrem Stick**stoffgehalte** entsprechende günstige Wirkung auf das Gedeihen der Pflanzen; dieser günstige Einfluß ist aber nur dann vollkommen, wenn zu gleicher

Zeit eine hinreichende Menge von Humus zugegen ist, dessen Gegenwart auch für die Thätigkeit der feuerfesten auflöslichen Mineralstoffe von wesentlicher Bedeutung ist. Die Bedeutung des Humus für die Erhöhung der Fruchtbarkeit einer Ackerkrume habe ich in den beiden ersten Kapiteln der Bodenkunde erörtert und ich folgere aus der dort aufgestellten Theorie, wie aus der praktischen Erfahrung, daß man ebensowohl auf die Ansammlung und Erhaltung des Humus im Boden sorgfältig zu achten habe, als auf die Gegenwart von Stoffen, welche unmittelbar und ohne eine weitere Zersetzung zu erleiden, von der Pflanze aufgenommen und zur Vermehrung ihrer vegetabilischen Masse verwendet werden können. Einen Dünger aber, welcher gerade, weil er organischen und direkt oder indirekt vegetabilischen Ursprunges ist, alle die Stoffe enthalten muß, welche überhaupt in höherem oder geringerem Grade zur Ernährung der Pflanzen beitragen, zu gleicher Zeit aber eine Vermehrung des Humus im Boden und damit eine Verbesserung der physikalischen Eigenschaften des letzteren bewirkt, ein solches Mittel ist in einer jeden Wirthschaft in dem sogenannten Stall- oder Hofdünger gegeben. Ich betrachte den genannten Dünger, welchem man den Namen des natürlichen beigelegt hat, unter fast allen Verhältnissen als den Hauptdünger, als das Hauptmittel, den angedeuteten Zweck zu erreichen, nämlich die Fruchtbarkeit eines durch mehrere Ernten erschöpften Bodens wiederherzustellen oder noch zu erhöhen. Ich werde zunächst über die Entstehung und Zusammensetzung dieses Düngers das Röthige mittheilen, sodann zu der Art seiner Wirkung hinsichtlich der Gesammtmasse, wie in Betreff der einzelnen Bestandtheile übergehen, während ich einige Bemerkungen über Bereitung und Anwendung dieses Düngers erst später in einem anderen Abschnitte zusammenzustellen gedenke.

A. Der Hauptdünger (Hof- oder Stalldünger).

a. Entstehung und Zusammensetzung des Hauptdüngers.

Der Stalldünger ist in seiner reinsten Form ein Gemenge der festen und flüssigen Entleerungen oder Excremente der Thiere mit dem als Einstreu angewendeten Stroh des Roggens oder des Weizens. Die festen Excremente sind die nicht verdauten oder nicht in den Organismus des Thieres selbst übergegangenen Rückstände der verfütterten Nahrungsstoffe, welche bei ihrem Durchgang durch den Körper eine mehr oder weniger bedeutende Umwandlung erlitten haben, indem die assimilirbaren schon früher vorhandenen oder in Folge dieser Umwandlung erst entstandenen Stoffe in dem Körper zurück-

gehalten wurden; die Ueberreste der aufgenommenen Nahrungsmittel sind in den Excrementen mit gewissen eigenthümlichen organisch-thierischen Substanzen gemengt, welche in dem Magen und in dem Darmkanal die Verdauung unterstützen und bewirken und dann ebenfalls mehr oder weniger verändert aus dem Körper ausgestoßen werden. Die flüssigen Entleerungen der Thiere enthalten die Substanzen, welche in den Nieren aus dem Blute ausgeschieden werden, in der Harnblase sich ansammeln, mit dem sogenannten Blasenschleim sich vermischen und in Wasser aufgelöst als Harn aus dem Körper austreten. Erwähne ich noch die Entweichung von Kohlensäure, Wassergas und Ammoniak durch Lungen und Haut, wodurch das Blut gleichsam gereinigt und wiederum befähigt wird zur Aufnahme neuer assimilirbarer und nährender Substanzen aus den direkt in den Körper eingeführten Nahrungsstoffen, so habe ich die auffallendsten Erscheinungen angedeutet, welche bei der Ernährung des thierischen Organismus auftreten.

Betrachtet man die Thiere im ausgewachsenen Zustande bei einer Fütterung, welche gerade ausreicht, um das einmal erreichte Gewicht zu erhalten, so ist klar, daß die chemische Zusammensetzung der Excremente in quantitativer, wie in qualitativer Hinsicht, genau mit der Zusammensetzung der gesammten von den Thieren aufgenommenen Nahrungsstoffe übereinstimmen muß, wenn nur zu gleicher Zeit auf die Quantität der aus den Lungen und durch die Haut gasförmig entweichenden Substanzen Rücksicht genommen wird; denn die einmal vorhandene Masse von Fleisch, Blut, Knochen rc. ist dieselbe geblieben, und was in Folge der Verdauung der Nahrungsstoffe von jenen thierischen Substanzen neu erzeugt worden ist, muß in derselben Menge wiederum aufgelöst und wenn auch in veränderter Form, so doch in dem gleichen Verhältnisse der Elementarbestandtheile aus dem Körper ausgetreten sein. *Man kann also schon aus der Beschaffenheit der Nahrungsstoffe sichere Schlüsse machen auf die Beschaffenheit oder die chemische Zusammensetzung der Excremente der Thiere.* Diese Thatsache, welche an sich schon kaum einen Widerspruch erleiden möchte, wird direkt durch die vergleichende chemische Prüfung des dem Thiere dargereichten Futters und der von demselben innerhalb eines bestimmten Zeitraumes gewonnenen Excremente vollkommen bestätigt.

Die Versuche, welche von *Boussingault* mit einer Milchkuh angestellt wurden, gaben die im Folgenden mitgetheilten Resultate. Die Kuh war, ehe die Versuche ihren Anfang nahmen, wenigstens einen Monat lang mit demselben täglichen Futter ernährt worden, welches ihr später während ihres Aufenthaltes in dem abgesonderten Stallraume, drei Tage und drei Nächte hindurch verabreicht wurde. Während des den Beobachtungen vorhergegan-

en Monats hatte sich das Gewicht des Thieres nicht merklich verändert, nach man also annehmen kann, daß das Gewicht auch während der 72 unden des Versuches dasselbe geblieben ist.

Von einer Kuh in 24 Stunden verzehrte Nahrungsmittel.

Untersuchte Stoffe.	Gewicht im feuchten Zustande.	Gewicht im trocknen Zustande.	Elementarzusammensetzung.				
			Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.	Stickstoff.	Salze und Erden.
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
Kartoffeln . . .	15000	4170	1839	242	1831	50	208
Grummetheu . . .	7500	6315	2974	354	2204	152	632
Wasser	60000	—	—	—	—	—	—
Summe	82500	10485	4813	596	4035	202	890

Von einer Kuh in 24 Stunden gewonnene Produkte.

Untersuchte Stoffe.	Gewicht im feuchten Zustande.	Gewicht im trocknen Zustande.	Elementarzusammensetzung.				
			Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.	Stickstoff.	Salze und Erden.
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
Koth	28413	4000	1712	208	1508	92	480
Harn	8200	961	261	25	254	37	384
Milch	8539	1151	628	99	321	46	56
Summe	45152	6111	2602	332	2083	175	920
Summe der Nahrungsmittel	82500	10485	4813	596	4035	202	890
Differenz	—37348	—4374	—2211	—264	—1952	—27	+30

Wasser, welches die Kuh in 24 Stunden empfing.		Von der Kuh in 24 Stunden gewonnenes Wasser.	
Mit den Kartoffeln	10830	Mit den Excrementen . . .	24413
Mit dem Grummet	1185	Mit dem Harn	7239
Direkt getrunken	60000	Mit der Milch	7388
Aufgenommenes Wasser . . .	72015	Gewonnenes Wasser	39040
		Aufgenommenes Wasser . . .	72015

Durch die Lungen und die Haut verdunstetes Wasser 32975

Man sieht aus dem beschriebenen Versuche, wie aus einem anderen, elcher mit einem ausgewachsenen Pferde angestellt wurde und ähnliche Reltate lieferte, daß die Menge der durch Haut und Lunge in der Form von asser, Kohlensäure und Ammoniak aus dem Körper ausgetretenen Stoffe hr bedeutend ist, indem dieselbe innerhalb 24 Stunden etwa $^2/_5$ der während rselben Zeit verzehrten Nahrungsstoffe beträgt. Ebenso bemerkt man, daß s Verhältniß des verschwundenen Sauerstoffs zu dem Wasserstoffe fast nau dasselbe ist, wie in dem Wasser, namentlich, wenn von dem Wasser-

stoff die Menge noch abgezogen wird, welche erforderlich ist, um mit dem gleichfalls ausgetretenen Stickstoff Ammoniak zu bilden. Die Menge dieses Stickstoffes ist nicht unbedeutend, bei der Kuh nämlich 27 Grm., bei dem Pferde 23 Grm.; es wird also keineswegs die ganze in den Nahrungsmitteln enthaltene Quantität von Stickstoff in den Excrementen oder den von dem Thiere gewonnenen Produkten überhaupt wiedergefunden, sondern es entweicht nach der Art, dem Alter, der Größe des Thieres und wahrscheinlich auch nach der Beschaffenheit des Futters eine größere oder geringere Menge Stickstoff in der Form von Ammoniak gasförmig aus dem Körper. Die Menge des bei diesem Versuche durch die Lungen und die Haut verdunsteten Wassers beträgt 2216 Grm. oder etwa 4½ Pfund, und die des ausgetretenen Kohlenstoffes ist fast ebenso groß; da nun, um 4½ Pfund Kohlenstoff in Kohlensäure zu verwandeln, ungefähr 12 Pfund Sauerstoff erforderlich sind, so folgt, daß die Luft durch eine einzige Kuh innerhalb 24 Stunden um 16½ Pfund Kohlensäure bereichert wird, während 12 Pfund Sauerstoffgas aus derselben verschwinden.

Die Elementarzusammensetzung der von der Kuh verzehrten Nahrungsmittel, wie der von derselben gewonnenen festen und flüssigen Excremente (mit Ausnahme der Milch) im trocknen Zustande ist die folgende:

	Kohlenst.	Wasserst.	Sauerst.	Stickstoff.	Asche.
Nahrungsmittel . . .	45,8	5,7	38,4	1,9	8,2
Excremente	39,8	4,7	35,5	2,6	17,4

Beides auf den aschefreien Zustand berechnet:

	Kohlenst.	Wasserst.	Sauerst.	Stickst.
Nahrungsmittel . . .	49,8	6,2	41,7	2,3
Excremente	48,2	5,7	42,9	3,2

Aus der procentischen Zusammensetzung der Nahrungsstoffe, verglichen mit derjenigen der Excremente ergiebt sich, daß, während die Procente des Kohlenstoffes, Wasserstoffes und Sauerstoffes im Ganzen dieselben sind, der Stickstoffgehalt der Excremente fast um die Hälfte mehr beträgt als in den Nahrungsstoffen, eine natürliche Folge davon, daß an Kohlensäure und Wasser innerhalb 24 Stunden eine verhältnißmäßig größere Menge durch die Haut und Lungen aus dem Körper austritt, als an Ammoniak.

Wir betrachten jetzt zunächst die Veränderungen, welche der Dünger durch den Fäulniß- oder Verwesungsprozeß erleidet, wenn derselbe eine längere Zeit, etwa ein halbes Jahr, unter einer gewissen zweckmäßigen Behandlung auf dem Hofe oder auch im Stalle einer langsamen Zersetzung unterliegt. Diese Veränderungen werden schon deutlich werden, wenn man

zunächst die Elementar-Zusammensetzung der frischen Excremente verschiedener Thiere nebst der Streu, mit der Zusammensetzung des schon bis zu einem gewissen Grade verwesten älteren Düngers vergleichen. Wir bedienen uns hierzu der Resultate der von Boussingault ausgeführten Versuche und Analysen. Der Hofdünger, in verschiedenen Jahren und Jahreszeiten zubereitet, enthielt im Mittel 20,7 Prc. trockener Substanz und also 79,3 Prc. Wasser. Die Elementar-Zusammensetzung wurde im Mittel aus 6 ziemlich nahe übereinstimmenden Analysen gefunden:

	Trocken.	Trocken und frei von Asche.	Feucht.
Kohlenstoff	35,8	52,8	7,41
Wasserstoff	4,2	6,1	0,87
Sauerstoff	25,8	38,1	5,34
Stickstoff	2,0	3,0	0,41
Aschenbestandtheile . . .	32,2	—	6,67
Wasser	—	—	79,30
	100,0	100,0	100,00

Dieser Dünger war von 30 Pferden, 30 Stück Hornvieh und 16 Schweinen gewonnen. Ein Pferd von mittlerem Wuchse, welches als Nahrung Heu und Hafer erhielt, lieferte in 24 Stunden an festen und flüssigen Excrementen zusammen 15,58 Kil., welche trocken 3,713 Kil. wogen, und also 76,2 Prc. Wasser enthielten. Eine Kuh, mit Heu und rohen Kartoffeln gefüttert, lieferte an Excrementen im Ganzen 36,613 Kil., welche trocken 4,961 Kil. wogen und also 86,4 Prc. Wasser enthielten. Ein Schwein, 6 bis 8 Monate alt, und mit in Dampf gekochten Kartoffeln gefüttert, lieferte in 24 Stunden an feuchten Ausleerungen 4,170 Kil., welche trocken 0,750 Kil. wogen und also 82 Prc. Wasser enthielten. Die Elementarzusammensetzung dieser Ausleerungen von verschiedenen Thieren war die folgende:

	Pferd.		Kuh.		Schwein.	
	Trocken.	Feucht.	Trocken.	Feucht.	Trocken.	Feucht.
Kohlenstoff	38,6	9,19	39,8	5,39	38,7	6,97
Wasserstoff	5,0	1,20	4,7	0,64	4,8	0,86
Sauerstoff	36,4	8,66	35,5	4,81	32,5	5,85
Stickstoff	2,7	0,65	2,6	0,36	3,4	0,61
Aschenbestandtheile . .	17,3	4,13	17,4	2,36	20,6	3,71
Wasser	—	76,17	—	86,44	—	82,00
	100,0	100,00	100,0	100,00	100,0	100,00

Als Streu wurde gewöhnlich Weizenstroh angewendet, welches in dem Zustande, in welchem es benutzt wurde, 26 Prc. Wasser enthielt und folgende Zusammensetzung hatte:

	Getrocknet.	Nicht getrocknet.
Kohlenstoff	48,4	35,8
Wasserstoff	5,3	3,9
Sauerstoff	38,9	28,8
Stickstoff	0,4	0,3
Aschenbestandtheile	7,0	5,3
Wasser	—	26,0
	100,0	100,0

Als Streu erhielt täglich an Stroh ein Pferd 2, eine Kuh 3 und [illegible] Schwein 1,87 Kil., also 30 Pferde 60, 30 Stück Hornvieh 90 und [illegible] Schweine 30 Kil. Es wurden mithin bei dem angegebenen Viehstande [illegible] einem Tage die folgenden Quantitäten an Dünger erzeugt:

In 24 Stunden Excremente von	Gewicht im trocknen Zustande.	Gewicht im feuchten Zustande.	Elemente der trockenen Materie. Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.	Stickstoff.	Asche.	Wa[illegible]
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	[illegible]
30 Pferden . .	111,4	467,4	43,0	5,6	40,5	3,0	19,3	[illegible]
30 Stück Hornvieh	148,8	1098,4	59,2	7,0	52,8	3,9	25,9	[illegible]
16 Schweinen . .	12,0	66,7	4,6	0,6	3,9	0,4	2,5	[illegible]
Stroh der Streuen	133,0	180,0	64,4	7,1	51,7	0,5	9,3	[illegible]
	405,2	1812,5	171,2	20,3	148,9	7,8	57,0	[illegible]

Die mittlere Zusammensetzung dieses ganz frischen Düngers ist in [illegible]centen:

	Trocken.	Feucht.	Frei von Asche und Wasser.
Kohlenstoff	42,3	9,4	49,3
Wasserstoff	5,0	1,2	5,8
Sauerstoff	36,7	8,2	42,7
Stickstoff	1,9	0,4	2,2
Asche	14,1	3,2	—
Wasser	—	77,6	—
	100,0	100,0	100,0

Vergleicht man die Zusammensetzung des frischen Düngers mit der [illegible] angegebenen des schon veränderten Hofdüngers, so bemerkt man zunächst [illegible] dem Hofdünger eine weit größere Menge Mineralstoffe, welches sich [illegible] erklärt, daß die Holzfaser des frischen Düngers bei der Verwesung durch [illegible] Austritt von Kohlensäure und Wasser an Gewicht abgenommen hat, dagegen der Gehalt an Mineralstoffen derselbe geblieben ist; besonders aber ist [illegible] Zunahme bedingt durch die Beimengung von Asche, Erde, Kehricht rc., [illegible] durch man gewöhnlich die Masse des Hofdüngers zu vermehren pflegt. [illegible] man ferner die procentische Zusammensetzung des frischen und des [illegible]

Düngers vergleicht, nach Abzug der in beiden enthaltenen Wasser- und Aschenmenge, so ergiebt sich, daß der verweste Dünger reicher ist an Kohlenstoff, dagegen ärmer an Sauerstoff, eine natürliche Folge der Zersetzung der Holzfaser, deren Uebergang in Humus wir bereits früher in dem Abschnitte, welcher von der Entstehung der Ackerkrume handelte, kennen gelernt haben; denn bei diesem Prozesse bleibt, ungeachtet der Entweichung von kohlensaurem Gas, dennoch ein kohlenstoffreicheres Produkt zurück, weil gleichzeitig auch die Elemente des Wassers in der Form von Wasser sich ausscheiden. Wir sehen ferner in dem verwesenden Dünger mit dem Fortschreiten des Fäulnißprozesses den Procentgehalt an Stickstoff zunehmen, ganz ähnlich, wie die Nahrungsmittel bei ihrem Durchgange durch den thierischen Körper relativ reicher werden an Stickstoff. Bei der allmäligen Umwandlung der Nahrungsstoffe in Excremente vermindert sich ebenso, wie bei der fortschreitenden Fäulniß des Düngers das Gewicht der Gesammtmasse; da aber in beiden Prozessen verhältnißmäßig weniger Stickstoff aus den bestehenden Verbindungen entweicht, als von den übrigen Elementarbestandtheilen, so muß der Rückstand procentisch immer reicher an Stickstoff werden. Die relative Menge desselben vergrößert sich, die absolute dagegen nimmt ab und zwar, wie wir später sehen werden, um so weniger, je vorsichtiger der Fäulnißprozeß geleitet wird.

Bei der Betrachtung der Veränderungen, welche die eigenthümlichen organischen Stoffe, die wir als die nähern Bestandtheile der Excremente der Thiere auftreten sehen, können wir uns hier vorzugsweise auf die stickstoffhaltigen Substanzen beschränken, da die Zersetzung der stickstofffreien Körper, deren Hauptmasse die Holzfaser bildet, in einem früheren Abschnitte schon behandelt worden ist. Der Fäulnißprozeß geht überhaupt, unter günstigen äußeren Umständen, um so rascher und energischer von Statten, je reicher die faulende Substanz an Stickstoff ist. Die stickstoffhaltigen Körper erleiden zuerst eine Umwandlung, weil außer dem Bestreben des Kohlenstoffes, mit Sauerstoff zu Kohlensäure, und des Wasserstoffes, mit Sauerstoff zu Wasser sich zu vereinigen, auch noch die Verwandtschaft des Stickstoffes zum Wasserstoff oder die große Neigung des ersteren, mit dem letzteren Ammoniak zu bilden, hinzutritt. Die stickstoffhaltigen Körper übertragen den eigenen Zustand der Zersetzung sehr bald auch auf die stickstofffreien Stoffe, mit welchen sie in inniger Berührung sich befinden. Wenn der Fäulnißprozeß einmal eingeleitet ist, so verläuft derselbe rascher oder langsamer, je nach der Gegenwart einer größeren oder geringeren Quantität stickstoffhaltiger organischer Substanzen, je nach dem Grade der Wärme und dem mehr oder weniger vollkommenen Zutritte der atmosphärischen Luft. Das Resultat der Zersetzung ist die

völlige Umwandlung des als Bestandtheil der organischen Stoffe vorhandenen Stickstoffes in Ammoniak, und der Uebergang der stickstofffreien Holzfaser in Humus, von welchem das gebildete Ammoniak, wie auch die salzigen und erdigen Bestandtheile der Asche in einer innigen chemischen oder mechanischen Verbindung zurückgehalten werden. Diese Verbindung wird mit der völligen Verwesung des Humus oder mit seiner Orydation zu Kohlensäure und Wasser wiederum aufgehoben, das freigewordene Ammoniak entweicht gasförmig und die auflöslichen Mineralstoffe werden vom Wasser fortgeführt, wenn nicht jenes wie diese in der Ackerkrume zur Erhöhung der Fruchtbarkeit beitragen, von den wachsenden Pflanzen aufgenommen und assimilirt werden. Bei der Fäulniß, wenigstens der stickstoffhaltigen Substanzen, tritt nicht allein eine Umlegung der schon vorhandenen Elemente und deren Atome ein, sondern die Menge des vorhandenen Stickstoffes ist zuweilen so bedeutend, daß, um denselben durch Verbindung mit Wasserstoff in Ammoniak zu verwandeln, die Menge des in der Verbindung vorhandenen Wasserstoffes nicht ausreicht und also von Außen her der faulenden Substanz Wasserstoff dargeboten werden muß, ebenso wie der Kohlenstoff zur völligen Orydation in Kohlensäure wenigstens einen großen Theil des Sauerstoffes außerhalb der vorhandenen bestehenden Verbindung zu suchen genöthigt ist. Die Mitwirkung des Wassers bei dem Uebergange des Stickstoffs einer organischen Substanz in Ammoniak sieht man sehr deutlich bei der Fäulniß des Harnstoffes, eines Körpers, welcher in dem frischen Harne der Menschen und einiger Thiere in bedeutender Menge vorhanden ist und durch den Gehalt einer sehr großen Menge Stickstoff sich auszeichnet. In dem gefaulten Harne oder in der Jauche ist keine Spur dieses Körpers enthalten, er ist vollständig in kohlensaures Ammoniak umgewandelt worden. Wenn man die Menge des im frischen Harne vorhandenen Harnstoffes mit der des nach vollendetem Fäulnißprozesse gebildeten kohlensauren Ammoniaks vergleicht, so findet man, daß 100 Theile Harnstoff 130 Theile kohlensaures Ammoniak geliefert haben.

	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.	Stickstoff.
100 Theile Harnstoff enthalten	20,0	6,6	26,7	46,7
130 Theile kohlensaures Ammoniak . .	20,0	10,0	53,3	46,7
Unterschiede	0,0	3,4	26,6	0,0

Da nun die hinzugetretenen Mengen des Wasserstoffes und Sauerstoffes 3,4 : 26,6 sich verhalten wie im Wasser = 1 : 8, so folgt, daß in der That bei der Umwandlung von Harnstoff in kohlensaures Ammoniak das Wasser thätig war und mit seinen Bestandtheilen an der Bildung des neuen Körpers Theil genommen hat.

Der eigenthümliche Geruch des faulenden Düngers oder der Mistjauche rührt vorzugsweise von dem fortwährend sich erzeugenden und in größerer oder geringerer Menge sich verflüchtigenden Ammoniak her, und zwar ist dieser Geruch um so deutlicher und durchdringender, je mehr der Dünger stickstoffhaltige Bestandtheile in sich aufgenommen hat, je concentrirter er ist, oder je weniger er Feuchtigkeit enthält, welche die Verflüchtigung des Ammoniaks zum Theil verhindert. Man bemerkt in Pferde- und Schafställen einen weit stärkeren ammoniakalischen Geruch, als in den Kuhställen, nicht sowohl weil die dort sich ansammelnden Düngstoffe an sich bedeutend reicher wären an Stickstoff, sondern weil sie weniger wässerige Bestandtheile enthalten und daher zur Verflüchtigung einer größeren Menge von Ammoniak Veranlassung geben.

Der Geruch des Düngers ist jedoch nicht rein ammoniakalisch, um so weniger, wenn derselbe von Thieren producirt wurde, welche nicht ausschließlich vegetabilische Stoffe verzehrten; es tritt dann neben der Entwickelung des Ammoniaks auch die Bildung anderer noch weit unangenehmer riechender Gase mehr oder weniger deutlich hervor, besonders des Schwefelwasserstoffgases, vielleicht auch des Phosphorwasserstoffgases. Diese Gase nämlich bilden sich, wenn organische Substanzen, welche Schwefel und Phosphor unter ihren Bestandtheilen enthalten, der Fäulniß unterliegen; derartige Körper sind fast in allen vegetabilischen Futtermitteln in geringer, in den verschiedenen Körnerarten in etwas größerer, in größter Menge aber in allen thierischen Substanzen, in dem Fleisch, Blut, Horn ꝛc. enthalten. Wo also außer den vegetabilischen auch aus dem Thierreiche entnommene Nahrungsstoffe verzehrt werden, muß der Gehalt der Excremente, wie an Stickstoff, so auch an Schwefel und Phosphor weit größer sein als bei alleiniger Pflanzennahrung. Aus diesem Grunde sind die menschlichen Excremente vorzugsweise mit einem üblen Geruch, der großentheils von den genannten Gasen herrührt, behaftet. Wenn auch der größte Theil des sich bildenden Schwefelwasserstoffgases aus der angedeuteten Quelle herstammt, so scheint doch die Menge desselben unter geeigneten Umständen noch auf andere Weise sich vermehren zu können und zwar durch Zersetzung und Veränderung der schwefelhaltigen Mineralstoffe. Es sind in dem Dünger stets schwefelsaure Salze enthalten; wenn diese im aufgelösten Zustande und bei vollständigem Abschluß der atmosphärischen Luft, also in den unteren Schichten des Düngerhaufens mit den faulenden organischen Stoffen in Berührung sich befinden, so ist die Neigung der letzteren, mit Sauerstoff sich zu vereinigen, so groß, daß sie denselben den vorhandenen Sauerstoffsalzen, also vorzugsweise den schwefelsauren und vielleicht auch phosphorsauren Salzen entziehen, da sie

von der Atmosphäre abgeschlossen jenen Stoff dieser Quelle nicht entnehmen können. Die schwefelsauren Salze werden auf diese Art ihres Sauerstoffes vollständig beraubt, zu Schwefelmetallen oder Schwefelalkalien reducirt, welche wiederum bei Gegenwart von Wasser und Kohlensäure die Bildung und Entweichung von Schwefelwasserstoffgas veranlassen.

Nachdem wir nun im Allgemeinen die Veränderungen kennen gelernt haben, welche die Nahrungsstoffe bei ihrem Durchgange durch den thierischen Organismus, und der Dünger selbst, wenn er dem Fäulnißprozesse unterliegt, erleiden, werfen wir noch einen Blick auf die quantitativen Verhältnisse der Bestandtheile in den Excrementen der verschiedenen Hausthiere.

Von Bibra untersuchte den Harn verschiedener Hausthiere:

	Pferd.	Schwein.	Ochse.	Ziege.	Schaf.
In Wasser lösliche Extractivstoffe . .	2,132	0,142	2,248	0,100	0,340
In Weingeist lösliche Extractivstoffe .	2,550	0,387	1,421	0,454	3,330
In Wasser lösliche Salze	2,340	0,909	2,442	0,850	1,957
In Wasser unlösliche Salze . . .	1,880	0,088	0,155	0,080	0,052
Harnstoff.	1,244	0,273	1,976	0,378	1,262
Hippursäure	1,260	—	0,550	0,125	?
Schleim	0,005	0,005	0,007	0,006	0,025
Wasser	88,589	98,196	91,201	98,007	92,897

Analyse der Asche dieser Harne.

	Pferd.	Schwein.	Ochse.	Ziege.	Schaf.
Kohlensaurer Kalk	12,50	—	1,07	Spur	0,82
Kohlensaure Magnesia	9,46	—	6,93	7,3	0,46
Kohlensaures Kali	46,09	12,10	77,28	Spur	—
Kohlensaures Natron	10,33	—	—	53,0	42,25
Schwefelsaures Kali	—	—	13,30	—	2,98
Schwefelsaures Natron	13,04	7,00	—	25,0	7,72
Phosphorsaures Natron	—	19,00	—	—	—
Phosphorsaurer Kalk	—	8,80	—	—	0,70
Phosphorsaure Magnesia	—				
Chlornatrium	6,94	53,10	0,30	14,7	32,01
Kieselerde	0,55	—	0,35	—	1,06
Chlorkalium	—	Spur	—	—	12,00

Aehnliche Verhältnisse der Bestandtheile fand auch Boussingault in dem Schweine-, Kuh- und Pferdeharne. Das Schwein, von dem der Harn genommen wurde, erhielt ausschließlich gekochte Kartoffeln nebst schwachem Salzwasser, die Kuh verzehrte Grummet und Kartoffeln, das Pferd grünen Klee und Hafer:

	Kuhharn.	Pferdeharn.	Schweineharn.
Harnstoff	1,85 Prc.	3,10 Prc.	0,49 Prc.
Hippursaures Kali	1,65 „	0,47 „	0,00 „
Milchsaure Alkalien . . .	1,72 „	2,01 „	nicht bestimmt.
Zweifach kohlensaures Kali .	1,61 „	1,55 „	0,07 „
Kohlensaure Magnesia . .	0,47 „	0,42 „	0,09 „
Kohlensaurer Kalk	0,06 „	1,08 „	Spuren
Schwefelsaures Kali . . .	0,36 „	0,12 „	0,29 „
Chlornatrium	0,15 „	0,07 „	0,13 „
Kieselsäure	Spuren	0,10 „	0,01 „
Phosphorsaure Salze . . .	0,00 „	0,00 „	0,10 „
Wasser	92,13 „	91,08 „	97,91 „
	100,00 Prc.	100,00 Prc.	100,00 Prc.

Die festen Excremente der landwirthschaftlichen Nutzthiere sind von John Rogers auf ihre Bestandtheile geprüft worden; die Thiere hatten das gewöhnliche Winterfutter genossen und die festen Excremente waren sorgfältig, frei von Harn, eingesammelt worden.

	Schwein.	Kuh.	Schaf.	Pferd.
Wassergehalt der frischen Excremente bis 100° bestimmt	77,13	82,45	56,47	77,25 Prc.
Aschengehalt der getrockneten Excremente	37,17	15,23	13,49	13,36 „

In 100 Theilen der Asche waren enthalten:

	Schwein.	Kuh.	Schaf.	Pferd.
Kieselerde	13,19	62,54	50,11	62,40
Kali	3,60	2,91	8,32	11,30
Natron	3,44	0,98	3,28	1,98
Chlornatrium	0,89	0,23	0,14	0,03
Phosphorsaures Eisenoxyd .	10,55	8,93	3,98	2,73
Kalk	2,03	5,71	18,15	4,63
Magnesia	2,24	11,47	5,45	3,84
Phosphorsäure	0,41	4,76	7,52	8,93
Schwefelsäure	0,90	1,77	2,69	1,83
Kohlensäure	0,60	Spur	Spur	—
Manganoxydoxydul	—	—	—	2,13
Sand	61,37	—	—	—
	99,22	99,30	99,64	99,80

Von eigenthümlichen organischen Substanzen sieht man den Harnstoff, dessen Elementar-Zusammensetzung bereits angegeben wurde, in dem Harne aller Thiere in bedeutender Menge auftreten; der Harn der vorzugsweise grasfressenden Thiere, also der des Rindviehes und des Pferdes enthält außerdem einen organischen Stoff, welchen man Hippursäure nennt, während die sogenannte Harnsäure nur in dem menschlichen Harne und zwar

gewöhnlich auch nur in geringer Quantität vorkommt, dagegen, wie wir später sehen werden, in den Excrementen der Vögel, namentlich der fleischfressenden in ungleich größerer Menge enthalten ist. Beide Stoffe, die Hippursäure sowohl als die Harnsäure, besonders die erstere, sind bedeutend ärmer an Stickstoff, als der Harnstoff, wie sich aus den folgenden Analysen ergiebt:

	Hippursäure.	Harnsäure.
Kohlenstoff	60,7	36,0
Wasserstoff	5,0	2,4
Sauerstoff	26,3	28,2
Stickstoff	8,0	33,4
	100,0	100,0

Die festen thierischen Excremente bestehen aus den unverdauten oder halbverdauten Nahrungsmitteln, denen eigenthümliche thierische Stoffe beigemengt sind, wie Galle, Eiweiß oder andere Substanzen, die zum Theil, wie fast alle animalischen Gebilde, eine größere oder geringere Menge Stickstoff als wesentlichen Bestandtheil enthalten. Die organischen Stoffe, welche in den frischen Excrementen vorkommen, variiren in ihren Mengenverhältnissen nicht allein nach der verschiedenen Art des Thieres, nach seinem Alter, Geschlechte und Gewichte, sondern sie sind auch bei einem und demselben Individuum in abweichenden Mengenverhältnissen zugegen, namentlich unter dem Einfluß verschiedener Futtermittel. Von Bibra untersuchte zum zweiten Male den Harn des Pferdes, des Ochsen, des Schweins und der Ziege, aber unter anderen Fütterungsverhältnissen:

	Pferd.	Ochse.	Ziege.	Schwein.
In Wasser lösliche Extractivstoffe . .	1,925	1,613	0,056	0,112
In Weingeist lösliche Extractivstoffe .	1,826	1,020	0,466	0,399
In Wasser lösliche Salze } . . .	4,000	2,577	0,870	0,848
In Wasser unlösliche Salze }		0,222	0,040	0,080
Harnstoff	0,836	1,021	0,076	0,297
Hippursäure	0,123	1,200	0,088	—
Schleim	0,006	0,006	0,005	0,007
Wasser	91,284	92,311	98,399	98,257

Nur in dem Harne des Schweines ist die Zusammensetzung fast genau dieselbe, wie sie vorher angegeben wurde, bei den übrigen Thieren bemerkt man, vorzugsweise in dem Gehalte des Harns an Harnstoff und Hippursäure, also an den stickstoffhaltigen, ganz besonders werthvollen Substanzen sehr bedeutende Abweichungen. Wenn jene Verschiedenheit schon in den organischen Substanzen merklich ist, so werden natürlich die Abweichungen in den Mengenverhältnissen der mineralischen Salze und Erden, oder der Aschenbestandtheile noch ungleich bedeutender sein, und ganz und gar nach

den Aschenbestandtheilen der verzehrten Nahrungsstoffe sich richten müssen. Die obigen Aschenanalysen sollen und können daher durchaus keinen festen Anhaltepunkt geben zur Bestimmung der Aschenbestandtheile der Excremente verschiedener Thiere überhaupt, sondern sie sollen nur ungefähr andeuten, in welcher Form und Verbindung die verschiedenen Mineralstoffe auftreten, und in welchen Mengenverhältnissen sie unter bestimmten Fütterungsverhältnissen zugegen zu sein pflegen. Wenn z. B. in dem Harn der Ochsen kaum eine Spur von Chlornatrium gefunden wurde, während dagegen die Harnasche des Schweines mehr als zur Hälfte aus dieser Verbindung bestand, so ist dies offenbar keine constante Eigenthümlichkeit beider Thiere, sondern in der Beschaffenheit der dargereichten Futterstoffe begründet, und es wäre sehr leicht denkbar, daß das Mengenverhältniß des genannten Körpers bei anderer Fütterungsweise das umgekehrte sein könnte. Der Harn der Schweine und der Ziegen ist bedeutend wässeriger, als der des Pferdes und des Rindviehes.

Weitere Aufklärungen über die Zusammensetzung der von verschiedenen Thieren gewonnenen Düngerarten giebt uns die Elementaranalyse der letzteren. Boussingault fand für die festen und flüssigen Excremente des Pferdes und der Kuh die folgenden Verhältnisse:

	Pferd.				Kuh.			
	Harn.		Koth.		Harn.		Koth.	
	Rückstand.	Flüssig.	Trocken.	Feucht.	Rückstand.	Flüssig.	Trocken.	Feucht.
Kohlenstoff	36,0	4,46	38,7	9,56	27,2	3,18	42,8	4,02
Wasserstoff	3,8	0,47	5,1	1,26	2,6	0,30	5,2	0,49
Sauerstoff	11,3	1,40	37,7	9,31	26,4	3,09	37,7	3,54
Stickstoff	12,5	1,55	2,2	0,54	3,8	0,44	2,3	0,22
Asche	36,4	4,51	16,3	4,02	40,0	4,68	12,0	1,13
Wasser	0,0	87,61	0,0	75,31	0,0	88,31	0,0	90,60
	100,0	100,00	100,0	100,00	100,0	100,00	100,0	100,00

Diese Analysen zeigen, daß der Harn der Thiere weit reicher an Stickstoff ist, als der Koth, eine Thatsache, die namentlich bei dem Pferdeharn ins Auge fällt, welcher in dem Gehalte an jenem wichtigen Bestandtheile den Kuhharn bedeutend übertrifft; der menschliche Harn, obgleich gewöhnlich wässeriger als der Pferdeharn, ist dagegen noch stickstoffreicher als dieser, da er im trocknen Rückstande oft 20 bis 25 Prc. Stickstoff enthält. Der Kuhkoth ist viel wässeriger als der Pferdekoth und daher der Stickstoffgehalt im feuchten Zustande bei jenem bedeutend niedriger als bei diesem; dagegen stellt sich die Stickstoffmenge nach Abzug des Wassers bei beiden fast als ganz gleich heraus. Bemerkenswerth ist ferner die große Menge der in Wasser auflöslichen Mineralsalze in dem Harne, während die festen Excremente deren

verhältnißmäßig weit weniger, dagegen größere Mengen von in Wasser löslichen Verbindungen der Kohlen- und Phosphorsäure mit Kalkerde und Magnesia enthalten. Aus den Aschenanalysen verschiedener Harnarten geht hervor, daß phosphorsaure Salze nur in dem Harne des Menschen und zum Theil auch der Schweine als constante Bestandtheile vorkommen, dagegen in dem der Pferde und des Rindviehes oft gänzlich zu fehlen scheinen. Die Excremente der Schafe sind bedeutend weniger wässerig als die von anderem Vieh, und aus diesem Grund ist der Werth des Schafdüngers höher als der eines gleichen Gewichtes Rindviehdüngers.

Es bedarf nach dem Gesagten kaum der Erwähnung, daß der Dünger von Mastvieh von kräftigerer Beschaffenheit sein muß, als der von dem gewöhnlichen Nutzvieh gewonnene; denn wenn auch ein Theil des Futters bei der Mast in Fleisch und Fett verwandelt wird, so findet dennoch die Gewichtszunahme bei dem Thiere keineswegs so rasch statt, daß bei einem nahrhafteren Futter nicht viele Bestandtheile desselben mit den Excrementen wiederum ausgeleert werden und also der Dünger selbst dadurch an pflanzenernährender Kraft zunimmt. Ebenso muß bei einem und demselben Futter auch der Dünger der Kühe weniger stickstoffreich sein, als der von Ochsen, und der von Jungvieh geringeren Werth haben, als von den ausgewachsenen Thieren, weil bei den Kühen ein beträchtlicher Theil des Futters zur Produktion von Milch, bei dem Jungvieh aber von Fleisch und Knochen verwendet wird. In der Praxis jedoch wird der Dünger der Kühe und vom Jungvieh wohl selten weniger stickstoffreich oder weniger wirksam für die Ernährung der Pflanzen sein, als der Dünger, welchen man von Ochsen erhält, da die ersteren Thiere, die Kühe und die Kälber nämlich, in der Regel besseres, kräftigeres Futter erhalten, als die letzteren und dieses natürlicherweise auch auf die Beschaffenheit des Düngers selbst von Einfluß sein muß.

b. Wirkungsart des Hauptdüngers. Theorie des Düngers.

Der Dünger kann auf zweierlei Weise die Fruchtbarkeit der Ackerkrume erhöhen, entweder dadurch, daß er die physikalische Beschaffenheit der letzteren verbessert, oder indem er dem Boden Stoffe zuführt, welche theils direkt theils nachdem sie erst eine weitere Veränderung erlitten haben, von der sich entwickelnden Pflanze aufgenommen und assimilirt werden und also zur Vergrößerung der vegetabilischen Masse beitragen können. Betrachten wir zunächst die zuletzt angedeutete Wirkungsart des Düngers, so kann dieselbe nichts Räthselhaftes haben, wenn man bedenkt, daß die drei Nahrungsstoffe, welche zur Bildung neuer und eigenthümlicher Erzeugnisse des Pflanzenreiches verwendet werden, nämlich die *Kohlensäure*, das *Ammoniak* und das

Wasser, die letzten Zersetzungsprodukte aller verwesenden der organischen Welt entnommenen Substanzen sind, also in jedem Augenblicke aus dem Dünger frei werden und den Pflanzen sich darbieten; und daß ferner alle die Mineralsalze, deren Gegenwart im Boden wesentlich ist für das Gedeihen der Pflanzen, ohne Ausnahme in beträchtlicher Quantität dem Boden mit dem Dünger zugeführt werden.

Das Wasser ist überall in der Natur in so großer Menge vorhanden, daß es als Verwesungsprodukt organischer Substanzen ganz außer Acht gelassen werden kann, die atmosphärische Feuchtigkeit genügt, um die Gewächse mit der zu ihrer Existenz erforderlichen Wassermenge zu versorgen. Aehnlich verhält sich die Kohlensäure; sie ist als nie fehlender Bestandtheil der atmosphärischen Luft überall und in jedem Augenblicke mit der lebenden Pflanze in Berührung, und tritt von der Oberfläche derselben in den inneren Organismus ein, um hier an der Erzeugung organischer Gebilde Theil zu nehmen. Die Kohlensäure ist in so großer Quantität in der Atmosphäre angehäuft, und wird derselben aus Quellen, welche wir in einem früheren Kapitel kennen gelernt haben, stets aufs Neue zugeführt, daß wir die Kohlensäuremenge, welche durch Verwesung der im Boden enthaltenen Humussubstanzen erzeugt wird, wenn auch nicht als wirkungslos, so doch als entbehrlich für die Entwicklung der Pflanze im Allgemeinen betrachten können. Ich habe indessen ebenfalls schon früher angedeutet, daß ich diese im Boden sich ansammelnde Kohlensäure keineswegs als gleichgültig für die Erzeugung der vegetabilischen Masse betrachte; die Pflanze gedeiht, vielfacher Erfahrung zufolge, um so besser, wenn derselben gleichzeitig mit der atmosphärischen Kohlensäure, derselbe Nahrungsstoff auch aus dem Boden dargeboten wird; da aber zahlreiche Thatsachen die Ueberzeugung gewähren, daß die Pflanzen auch in einem humusfreien Boden zur Blüthe und vollkommenen Samenbildung gelangen, also ohne daß ihnen Kohlensäure aus dem Boden dargeboten wird, so kann man offenbar die Kohlensäure der Ackerkrume nicht als durchaus wesentlich und unentbehrlich für die Entwicklung der Pflanze ansehen, mithin auch bei der Theorie des Düngers die unter seinen Zersetzungsprodukten befindliche Kohlensäure, als einen in chemischer Hinsicht nicht auffallend die günstige Wirkung des Düngers erhöhenden Körper, hier wenigstens unbeachtet lassen.

Nach Abzug des Wassers und der Kohlensäure bleiben von den Zersetzungsprodukten und Bestandtheilen des Düngers nur das Ammoniak und die feuerfesten oder mineralischen Bestandtheile der Asche übrig; diesen Substanzen muß also vorzugsweise die erfahrungsmäßig feststehende günstige Wirkung des Hof- oder Stalldüngers zugeschrieben werden. In der

That wird sowohl eine einfache theoretische Betrachtung, wie auch die Beobachtung der landwirthschaftlichen Praxis uns sofort erkennen lassen, daß wir in den eben genannten Stoffen das wirkende Prinzip des Düngers zu suchen haben. Daß die Pflanze den zur Erzeugung eigenthümlicher Substanzen erforderlichen Stickstoff, außer in einzelnen Fällen der Salpetersäure, allein dem Ammoniak entzieht, daß dieses also das bei weitem wichtigste stickstoffhaltige Nahrungsmittel der Pflanze ist, scheint erwiesen zu sein. Das Ammoniak ist, wie wir gesehen haben, ein Fäulniß- und Verwesungsprodukt aller organischen, namentlich der thierischen Substanzen: es ist im freien Zustande ein gasförmiger, mit Kohlensäure verbunden, wie es stets in der Natur vorkommt, ein sehr flüchtiger Körper, der also in der Luft sich verbreiten muß, hier aber nicht in sehr bedeutender Quantität sich ansammeln kann, weil das Ammoniakgas über einen sehr großen Raum sich ausdehnt und aus der Luft verschwinden muß, sobald ein Regen niederfällt, in welchem aufgelöst es dem Erdboden wieder zugeführt wird. Das Ammoniak wird auf diese Weise jedem Theile der Erdoberfläche dargeboten und ist in dieser Quantität schon ausreichend, um auf uncultivirtem oder wenigstens ungedüngtem Boden die wildwachsenden Pflanzen mit Stickstoffnahrung zu versorgen, welche auch dann, je nachdem das Ammoniak in Folge von zufälligen Umständen in größerer oder geringerer Menge sich angesammelt hat, ein mehr oder weniger üppiges Gedeihen der Gewächse bewirkt. Wo aber, wie bei der Kultur der meisten im Großen angebauten Pflanzen, von einer bestimmten Fläche eine möglichst große Quantität vegetabilischer Masse und besonders stickstoffhaltiger Substanzen geerntet werden soll, da reicht zur Bildung derselben nicht die Menge hin, welche überall über den Erdboden sich verbreitet und dem unachtsamen Landwirthe ebensowohl als dem fleißigen und intelligenten zu Gute kommt. Es ist eine täglich immer aufs Neue sich bestätigende Thatsache, daß die Ertragsfähigkeit des Bodens nur durch Zufuhr von dem organischen Reiche entnommener Düngmitteln auf die höchste Stufe der Vollkommenheit gehoben werden kann, daß der Dünger um so besser wirkt, je mehr er animalischer Natur ist, und je reicher er an Stickstoff oder an Ammoniak bei der Untersuchung sich herausstellt. Die scheinbare Ausnahme von dieser Regel hinsichtlich der Ertragsfähigkeit der Wiesen wird weiter unten eine nähere Erörterung finden und ferner will ich schon hier kurz bemerken, daß man bei der Beurtheilung der landwirthschaftlichen Praxis unserer gemäßigten Zone keineswegs Beispiele und Beweise für diese oder jene Ansicht den Verhältnissen entlehnen darf;

wie sie in heißen Ländern, unter einem tropischen Himmel die herrschenden sind, und endlich, daß selbst die wenigen Fälle, in welchen man in unserem Klima ohne stickstoffhaltigen Dünger viele Jahre reiche Ernten erzielt, in einer eigenthümlichen Bodenbeschaffenheit begründet sind, welche aber, wie jene Fälle selbst, nur höchst selten sich geltend macht und daher keine allgemeine Schlußfolgerung zuläßt. Auch die mineralischen Bestandtheile des Düngers müssen für die Erhöhung der Fruchtbarkeit des Ackerbodens von Bedeutung sein, da wir wissen, daß ohne dieselben keine Pflanze gedeihen kann, daß aber jährlich mit jeder Ernte eine nicht unbeträchtliche Menge dem Acker entzogen wird; dieser muß also immer ärmer an derartigen zur Pflanzenernährung verwendbaren Mineralstoffen werden, oder der Boden vermag wenigstens nicht so schnell neue Mengen derselben in den auflöslichen Zustand überzuführen, als dies für das freudige Gedeihen der Pflanzen nothwendig ist. Außerdem lehrt uns auch die Praxis die für das Wachsthum günstige Wirkung der Holz- und Torfasche, wenn die Wiesen oder Felder mit derselben überstreut werden; die Holzasche muß aber dieselben Substanzen enthalten, wie die Asche des Düngers, da wir gesehen haben, daß die von der Pflanze aufgenommenen Mineralsubstanzen nicht qualitativ, sondern nur in ihren quantitativen Verhältnissen bedeutenden Verschiedenheiten unterworfen sind. Wenn wir also die Holzasche auf das Gedeihen der Pflanzen günstig einwirken sehen, so müssen wir auch den mineralischen Bestandtheilen des gewöhnlichen Düngers einen gleichen Einfluß zugestehen.

Das aus dem faulenden und verwesenden Dünger in bedeutender Menge sich entwickelnde Ammoniak, und die feuerfesten pflanzenernährenden Mineralsalze sind die vorzugsweise wirkenden Bestandtheile des gewöhnlichen Düngers. Die Wahrheit dieser Behauptung wird man bestätigt finden, wenn ich die Resultate mehrfacher Beobachtungen und Versuche mittheile, die angestellt wurden, um die Art und den Grad der Wirkung festzustellen, welche auf der einen Seite dem Ammoniak in seiner Verbindung mit verschiedenen Säuren, anderen Theils den im Dünger gewöhnlich vorherrschenden Mineralsalzen zugeschrieben werden muß. Ehe ich in der Erörterung des vorliegenden Gegenstandes weiter gehe, muß ich eine Bemerkung vorausschicken, welche überhaupt bei der Beurtheilung der im Folgenden entwickelten Düngerlehre zu berücksichtigen ist. Wie schon in der Einleitung zu diesem Werke erwähnt wurde, ist es meine Absicht, in diesem ersten Theile meiner Ausarbeitung überall die Theorie oder die Wissenschaft in den Vordergrund zu stellen und nur dasjenige der praktischen Erfahrung zu entnehmen, was mir zur Begründung der mitgetheilten Ansichten von Bedeutung zu sein scheint.

Man wird daher in diesem und den folgenden Kapiteln keineswegs eine vollständige Uebersicht der von aufgeklärten Landwirthen im Großen ausgeführten zahlreichen Versuche über die Wirkung verschiedener Düngmittel finden, sondern es sind aus der ganzen Masse jener Erfahrungen nur einige wenige ausgewählt worden; ferner sind hier nicht selten die Resultate von nach einem sehr kleinen Maßstabe angestellten Versuchen mitgetheilt worden, Resultate, welche durchaus keine direkte Anwendung in der Praxis gestatten, dennoch aber zur Begründung der allgemeinen Theorie des Düngers sehr wohl verwendet werden können und sogar für diesen Zweck häufig einen größeren Werth haben, als die Resultate von im Großen ausgeführten Versuchen. Nur an wenigen Stellen habe ich vorläufig mir erlaubt einige Blicke auf praktisch wichtige Fragen zu werfen; diese in ihrem ganzen Umfange von Seiten der Wissenschaft zu beleuchten, somit auch die Folgerungen zu ziehen aus den durch genaue Versuche festgestellten Erfahrungen über die Wirkung der verschiedenen Düngmittel zur Unterstützung des Wachsthums dieser oder jener Kulturpflanze, das ist gerade die Aufgabe, deren Lösung ich in der zweiten Hälfte dieses Werkes versuchen werde.

Die Versuche, welche über den Einfluß der Ammoniaksalze auf das Wachsthum der Pflanzen bisher ausgeführt worden sind, zeigen ganz ähnliche Abweichungen unter einander, wie man überhaupt in den Resultaten der landwirthschaftlichen und der Vegetationsversuche zu bemerken gewohnt ist. Diese Differenzen erklären sich aus den äußeren Umständen, welchen die Pflanzen während ihrer Entwicklung unterworfen waren, aus der feuchten oder trocknen Witterung, aus eigenthümlichen Boden- und klimatischen Verhältnissen. Trotz dieser unvermeidlichen Differenzen ersehen wir jedoch aus den bisher veröffentlichten und hier zu erwähnenden Beobachtungen, daß das Ammoniak bei der Mehrzahl der Kulturpflanzen innerhalb gewisser Gränzen einen seiner vorhandenen Quantität proportionalen überaus günstigen Einfluß äußert. Die im Großen ausgeführten zahlreichen Versuche Kuhlmann's in Belgien bezogen sich zunächst auf die Vermehrung von Heu und Grummet durch die Ammoniaksalze. Die Salze wurden in einer bestimmten Menge Wasser aufgelöst. Im Jahre 1843 fand das Ausgießen der Flüssigkeit am 28. März statt, bei trockener Witterung; am 30. März fiel ein ziemlich starker Regen und die Witterung blieb bis zum 5. April regnigt, so daß die Düngerarten sehr gleichmäßig sich vertheilt haben müssen. Das Jahr war ziemlich feucht; die Ernte fand am 30. Juni bei günstiger Witterung statt. Es wurde über gleich große Flächen so viel Salmiak und schwefelsaures Ammoniak vertheilt, daß von dem ersteren im trockenen Zu-

stande auf 1 Hectare 266 Kil. und von dem letztern auf einer gleichen Fläche eine gleiche Menge angewendet wurde. Zur Vergleichung mit diesem Ammoniaksalzen brachte man ferner einen gelatinösen Auszug von Knochen in Anwendung, deren Menge im trockenen Zustande auf 1 Hectare 500 Kil. betrug. Die Resultate der Versuche waren folgende: Ohne Dünger gab 1 Hectare ungefähr 4000 Kil.; der Mehrertrag betrug für je 100 Kil. des in dem angewendeten Düngmittel enthaltenen Stickstoffes bei dem Salmiak 2440, bei dem schwefelsauren Ammoniak 2166 und bei der Knochengallerte 2435 Kil. Heu. Im Jahre 1844 wurden auf einem ähnlichen Wiesenboden dieselben Versuche wiederholt in der Art, daß von den in Wasser aufgelösten Substanzen auf 1 Hectare bei dem schwefelsauren Ammoniak 250, bei der Knochengallerte 500 Kil. kamen; der Salmiak wurde in einer Menge von 333 Kil. auf 1 Hectare angewendet und durch Sättigung der ammoniakhaltigen Wasser aus den Gasfabriken mit dem sauren Auszuge der Knochen (von der Fabrikation des Leimes) bereitet; in der Auflösung war also außer den 333 Kil. Salmiak noch eine unbestimmte Menge phosphorsauren Kalkes enthalten. Die Zeit während der Vegetation, die das Heu lieferte, war im Allgemeinen trocken; nach der Ernte, welche Ende Juni stattfand, war die Witterung feucht bis zum 20. September, an welchem Tage die Grummeternte vorgenommen wurde. An Heu und Grummet wurden in diesem Jahre ohne Dünger 3820 Kil. gewonnen; der Mehrertrag betrug für 100 Kil. des in dem Dünger enthaltenen Stickstoffes bei dem Salmiak 6916, bei dem schwefelsauren Ammoniak 3436 und bei der Knochengallerte 3104 Kil. Im J. 1845 wurden abermals die Ernten an Heu und Grummet gewogen, welche man von denselben Wiesenparzellen erhielt, ohne daß neuer Dünger hinzugefügt wurde; die Ernte von 1 Hectare ohne Dünger betrug in diesem sehr feuchten Jahre 4486 Kil., auf der im vorigen Jahr mit Salmiak gedüngten Parzelle zeigte sich eine Verminderung der Ernte (auf 100 Kil. des in dem angewendeten Düngmittel enthaltenen Stickstoffes berechnet) von 220, bei dem schwefelsauren Ammoniak eine Verminderung von 591, bei der Knochengallerte dagegen eine Vermehrung von 530 Kil. Im Jahre 1846 wurden dieselben Parzellen mit einer gleichen Quantität derselben Düngmittel wie im Jahre 1844 übergossen; es ergab sich von 1 Hectare ohne Dünger an Heu 3330 Kil., dagegen ein Mehrertrag beim Salmiak, wie oben berechnet, von 2040, bei dem schwefelsauren Ammoniak von 3298 und bei der Knochengallerte von 2260 Kil., wobei zu erwähnen ist, daß dieses Jahr außerordentlich trocken war, indem vom Monat Mai an kein hinlänglich starker Regen fiel, um den Boden nur einigermaßen zu durchdringen, so daß nach der Heuernte alle Vegetation aufhörte und kein Grummet weder auf den

gedüngten noch auf den ungedüngten Stellen wuchs. Von einer andern Wiesenfläche mit thonigem Boden erhielt Kuhlmann im Jahre 1845 bei einer Ernte von 7744 Kil. an Heu und Grummet auf 1 Hectare ohne Dünger, mit Salmiak (200 Kil. auf 1 Hectare) einen Mehrertrag von 3114; im Jahre 1846 bei einer Ernte an Heu ohne Dünger von 3519 Kil. einen Mehrertrag von 3891 Kil. durch die wiederholte Anwendung von abermals 200 Kil. Salmiak, nachdem die Resultate wie oben auf 100 Kil. des in dem Düngmittel enthaltenen Stickstoffes berechnet worden sind.

Auch auf dem Felde sind im Elsaß von Schattenmann Auflösungen reiner Ammoniaksalze angewendet worden, von Salmiak, schwefelsaurem und phosphorsaurem Ammoniak; die Vegetation des Weizens wurde dadurch auf dem an sich schon kräftigen Boden zum Theil so gesteigert, daß der Weizen sich legte, bevor er Aehren trieb, daher nur eine Vermehrung von Stroh, nicht aber an Körnern beobachtet wurde. Die Vegetation der Gerste und des Hafers, die in einen guten Boden gesäet waren, der gleichfalls mit einer Auflösung von Ammoniaksalzen übergossen wurde, war so üppig, daß, da man nicht hoffen konnte, die Pflanzen zur Reife gelangen zu sehen, sie grün abgemäht werden mußten, aber die Wirkung, welche die Ammoniaksalze auf dieselben ausübten, war augenscheinlich. Die überaus günstige Wirkung der Ammoniaksalze auch hinsichtlich der Körnerbildung, namentlich bei den Cerealien auf einem Boden, der in weniger düngkräftigem Zustande sich befindet, soll später nachgewiesen werden; es ist hier nur nöthig, überhaupt den fördernden Einfluß des Ammoniaks auf das Wachsthum der Kulturpflanzen zu zeigen.

Mit Salpeter und mit salpetersauren Salzen sind Versuche angestellt worden, deren sehr günstige Resultate hier ebenfalls erwähnt zu werden verdienen. Die Beobachtungen über die Zunahme der Grasproduktion auf Wiesen in Folge der Ueberstreuung mit salpetersauren Verbindungen wurden von Kuhlmann in demselben Jahre und ganz unter denselben Boden- und Witterungsverhältnissen gemacht, wie die in Betreff der Wirkung von Ammoniaksalzen bereits mitgetheilten Versuche. Salpetersaures Natron (Chilisalpeter) lieferte im Jahre 1843 bei der Anwendung von 133 Kil. auf der Fläche eines Hectare den Mehrertrag an Heu von 3870, bei der Anwendung von 266 Kil. Salz auf 1 Hectare einen Mehrertrag von 4115 Kil. Heu, jedesmal auf 100 Kil. des im Chilisalpeter enthaltenen Stickstoffes berechnet; im Jahre 1844 wurden 250 Kil. desselben Salzes auf 1 Hectare gebracht, der Mehrertrag an Heu und Grummet betrug für 100 Kil. Stickstoff in diesem Jahre 4752 Kil., im Jahr 1845 ohne Hinzufügung neuen Düngers beobachtete man eine Verminderung der Ernte

um 246 Kil.; im Jahre 1846 bei der abermaligen Anwendung von 250 Kil. auf 1 Hectare, stellte sich die Vergrößerung der Heuernte für 100 Kil. Stickstoff auf 5217 Kil. Auf einer anderen Wiese lieferten 200 Kil. Chilisalpeter im Jahre 1845 einen Mehrertrag an Heu und Grummet von 1799 Kil. oder auf 100 Kil. Stickstoff des Düngers berechnet von 5715 Kil.; in dem sehr trocknen Jahre 1846 dagegen producirten 100 Kil. Stickstoff desselben Düngers nur 3189 Kil. an Heu. Der trockne salpetersaure Kalk wurde ganz in derselben Menge und unter denselben Verhältnissen, wie das salpetersaure Natron angewendet und lieferte im J. 1844 einen Mehrertrag an Heu und Grummet auf je 100 Kil. des in ihm enthaltenen Stickstoffes von 3710, im J. 1845 eine Verminderung der Ernte um 155 Kil. Die Resultate einiger von mir ausgeführter Versuche mit Kalisalpeter stelle ich in der folgenden Tabelle zusammen, wobei zu bemerken ist, daß die Versuche nur ganz im Kleinen auf einem ziemlich lockern lehmigen Sandboden, der mit dem Spaten bearbeitet war und durch vorjährige Düngung in guter Kraft sich befand, im Sommer 1849 angestellt wurden und auf die Produktion von Gerste, Hafer und Buchweizen sich beziehen; im Jahre 1850 wurde, ohne daß neue Quantitäten des Düngmittels zur Anwendung kamen, auf derselben Fläche nach Gerste Roggen, nach Hafer Weizen und nach Buchweizen Klee kultivirt. Die Ernteergebnisse sind zum Behufe der Vergleichung mit den oben aus im Großen ausgeführten Versuchen erlangten Resultaten auf die Fläche eines Hectare berechnet worden.

Ernteergebnisse im Jahre 1849.

Nr. des Versuches.	Menge des Salzes auf 1 Hectare.	Mehrertrag im Mittel an Stroh von Gerste und Hafer auf 1 Hectare.	Mehrertrag auf 100 Kil. Stickstoff im Dünger.	Mehrertrag an Stroh vom Buchweizen.
1.	288 Kil.	1180 Kil.	2668 Kil.	956 Kil.
2.	576 „	1550 „	1870 „	1236 „
3.	1152 „	4890 „	2762 „	1550 „
4.	2304 „	9966 „	2810 „	842 „
5.	3780 „	6270 „	1100 „	592 „

Nachwirkung des Salpeters im Jahre 1850.

Nr. des Versuches.	Im Stroh von Roggen und Weizen.	An grünem Klee.
1.	— 105 Kil.	+ 5400 Kil.
2.	—1416 „	+ 7668 „
3.	—2151 „	+ 8100 „
4.	+4023 „	+14688 „
5.	+2467 „	+32562 „

Die Körnerproduktion war bei diesen Früchten unter dem Einfluß des Salpeters, mit Ausnahme des Buchweizens und bis zu einer gewissen Grenze auch der Gerste, nur wenig erhöht worden. Jedoch ist zu bemerken, daß das Letztere in weit höherem Grade der Fall gewesen sein würde, wenn nicht schon eine bedeutende Düngkraft im Boden vorhanden gewesen wäre, wie sich daraus ergiebt, daß der Strohertrag von der Kultur der Gerste und des Hafers, ebenfalls für die Fläche eines Hectare berechnet, von dem nicht mit Salpeter gedüngten Lande im Mittel schon 7452 Kil. betrug, bei dem Buchweizen 3359 Kil., im zweiten Jahre im Mittel von Roggen und Weizen 5012 und an grünem Klee 17,928 Kil. Außerdem ist zu beachten, daß hier auch die Wirkung des im Salpeter enthaltenen Kali in Anschlag zu bringen ist; dieser Stoff nämlich hat, wie wir gleich unten sehen werden, einen sehr bedeutend fördernden Einfluß auf die Stroh- und Blattbildung aller Pflanzen.

Es sind noch einige Versuche über die Wirkung von Guano auf die Erzeugung von Gras in ihren Resultaten mitzutheilen; sie wurden zu gleicher Zeit und unter denselben Verhältnissen von Kuhlmann ausgeführt, wie die bereits erwähnten Versuche. Der Guano lieferte im Jahr 1844, im Frühjahr ausgestreut, 600 Kil. auf 1 Hectare, in diesem Jahr einen Mehrertrag von 2540, im nächsten 217 und im dritten Jahr nach seiner Anbringung 113, im Ganzen also von 2870 Kil.; bei Anwendung von nur 300 Kil. auf 1 Hectare lieferte er im ersten Jahr einen Mehrertrag von 1583, im nächsten von 340, im dritten von 546, im Ganzen also von 2469 Kil. Da dieser Guano 5 Prc. Stickstoff enthielt, so wurde bei dem ersten Versuche für 100 Kil. in dem Dünger enthaltenen Stickstoff ein Mehrertrag von 9567 und im zweiten Falle sogar von 16,460 Kil. erzielt.

Die Resultate der Versuche, insofern sie die Produktion von Gras auf den Wiesen durch stickstoffhaltige Substanzen bezweckten, findet man übersichtlich in der folgenden Tabelle zusammengestellt, in welcher die in den einzelnen Spalten angegebenen Zahlen die Mengenverhältnisse andeuten sollen, in welchen die Ernten sich vermehrten durch Hinzufügung der Düngmittel, wenn man aus der direkt gefundenen Quantität jedesmal die 100 Kil. des im Dünger enthaltenen Stickstoffes entsprechende Ernte berechnet.

Menge der düngenden Substanzen auf 1 Hectare ausgestreut.		Mehrertrag der Ernten durch 100 Kil. Stickstoff erzeugt.					
		J. 1843. An Heu.	J. 1844. Heu und Grummet.	J. 1845. An Heu und Grummet. Nachwirkung.		J 1846. An Heu.	
		a.	a.	a.	b.	a.	b.
		Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
Salmiak . .	266 Kil.	2440	—	—	—	—	—
" . .	200 "	—	—	—	3114	—	3891
Salmiak aus dem Gaswasser, nebst Knochenerde . . .	333 "	—	6916	÷ 20	—	2040	—
Schwefelsaures Ammoniak .	266 "	2166	—	—	—	—	—
Schw. Ammon.	250 "	—	3436	÷ 591	—	3298	—
Natronsalpeter .	133 "	3870	—	—	—	—	—
" " .	266 "	4115	—	—	—	—	—
" " .	250 "	—	4752	÷ 246	—	5217	—
" " .	200 "	—	...	—	5715	—	3189
Salpeters. Kalk	250 "	—	3710	÷ 155	—	1631	—
Guano aus Peru	600 "	—	8467	+ 723	—	+ 377	—
" " "	300 "	—	10553	+2267	—	+3640	—
Knochengallerte	500 "	2435	3104	+ 530	—	2260	—

Die Resultate dieser Versuche führen zu den folgenden, für die allgemeine Theorie des Düngers nicht unwichtigen Folgerungen:

1. Man bemerkt ganz deutlich, daß alle stickstoffhaltigen Substanzen einen entschieden günstigen Einfluß haben auf die Beförderung der Vegetation, oder die Erzeugung von vegetabilischer Substanz.

2. Der Mehrertrag an vegetabilischer Masse steht aber keineswegs immer in einem richtigen Verhältniß zu der Vermehrung des Düngmittels, wie die Versuche mit Guano beweisen, wo bei Anwendung einer geringeren Quantität der Stickstoff viel vollständiger absorbirt wurde, als bei Anwendung der doppelt so großen Menge; ferner ersehen wir auch aus den Versuchen mit Kalisalpeter, welche in einem und demselben Jahre angestellt wurden, daß dieses Düngmittel nur bis zu einem gewissen Punkte einen mit der Vermehrung desselben im richtigen Verhältniß stehenden Ertrag giebt; darüber hinaus vermindert sich der Ertrag wieder rasch und bedeutend.

3. Die Wirkung des Düngmittels steht nicht im genauen Einklange mit seinem Stickstoffgehalte, sondern ist offenbar abhängig insbesondere von dem Zustande, in welchem der Stickstoff in demselben zugegen ist und von den Substanzen, mit welchen er verbunden ist. Die Wirkung des Salmiaks und des schwefelsauren Ammoniaks ist im Durchschnitt ungefähr gleich, wenn man den bei dem einen Versuche mit Salmiak unverhältnißmäßig hohen Mehrertrag, wie es jeden-

falls geschehen muß, eigenthümlichen und zufälligen äußeren Zuständen zuschreibt; man kann nach den Resultaten dieser Versuche annehmen, daß der Einfluß der genannten Ammoniaksalze auf die Produktion von Heu und Grummet für 1 Hectare jährlich durch einen Mehrertrag von ungefähr 3000 Kil. bezeichnet wird, für 100 Kil. des in ihnen enthaltenen Stickstoffs. Der Einfluß des Chili- oder Natron-Salpeters ist offenbar bedeutender und beträgt unter denselben Verhältnissen beinahe 5000 Kil., bei beiderlei Substanzen ist die Wirkung schnell und im Verlaufe eines einzigen Sommers vollständig vollendet. Der Kali-Salpeter scheint sich dem Natron-Salpeter analog zu verhalten, und wenn bei den obigen Versuchen mit Gerste und Hafer der Mehrertrag, wie er für 100 Kil. Stickstoff auf 1 Hectare erhalten wurde, nicht so hoch wie auf der Wiese sich herausstellt, so muß man zugleich bedenken, daß theils verschiedene Boden- und klimatische Verhältnisse auf das Resultat haben einwirken können, besonders aber, daß hier die gleichzeitig eingetretene Vermehrung des Körnerertrages gänzlich außer Acht gelassen ist: bringt man diese mit in Anschlag, und berechnet das Ganze auf Heuwerth, so wird gleichfalls das Aequivalent des Kalisalpeters bis gegen 5000 Kil. sich erheben. Die Knochengallerte hat in Betracht ihres Stickstoffgehaltes den Ammoniaksalzen ähnliche Resultate geliefert, etwa 3000 Kil.; nur ist zu bedenken, daß deren Werth sich bedeutend höher steigert und wahrscheinlich sogar den der salpetersauren Salze übertreffen wird, wenn man auf die nachhaltende Wirkung dieses Düngmittels Rücksicht nimmt, die mehrere Jahre hindurch bemerkbar sein wird, wie auch bei dem einen Versuche sich herausstellte, welcher noch im zweiten Jahre nach der Düngung mit Knochengallerte einen Mehrertrag an Heu und Grummet von 530 Kil. lieferte, während die Ammoniak- und salpetersauren Salze ohne Ausnahme unter denselben Umständen im zweiten Jahre sogar eine nicht unbedeutende Verminderung bewirkt hatten. Der Guano endlich hat von allen Düngmitteln die befriedigendsten Resultate gegeben, wenn man den in ihm enthaltenen Stickstoff mit dem Mehrertrag der Ernte vergleicht.

4. In 7500 Kil. Heu sind durchschnittlich ungefähr 100 Kil. Stickstoff enthalten; aus den obigen Versuchen können wir bestimmen, wie viel von dem in den verschiedenen Düngmitteln enthaltenen Stickstoffe wirklich von der Pflanze absorbirt und verarbeitet wurde, und wie viel unbenutzt in der Form von kohlensaurem Ammoniak sich verflüchtigt hat oder in fester Verbindung von dem Boden zurückgehalten wurde; bei den Ammoniaksalzen ist in den hier beschriebenen Versuchen $^3/_5$, bei den salpetersauren Alkalien wenigstens ein Drittel des vorhandenen Stickstoffes verloren gegangen, und unter dem Einfluß des Guano hat so viel vegetabilische Masse sich erzeugt

daß man Ursache hat, anzunehmen, daß hier die ganze Menge des bei der völligen Verwesung des Guano gebildeten Ammoniaks wirklich als Nahrungsmittel für die Pflanze verwendet worden ist.

5. Es ist natürlich, daß die Regenmenge, die Temperatur des Sommers, wie klimatische Verhältnisse überhaupt von außerordentlichem Einfluß auf die größere oder geringere Wirkung des stickstoffhaltigen Düngers sein müssen, wie sich solches auch in den hier mitgetheilten Versuchsresultaten in auffallender Weise zu erkennen giebt. Ebenso ergiebt sich, daß verschiedene Dünger in dieser Hinsicht mehr unter gewissen Witterungsverhältnissen leiden, als andere. In einigen anderen Kapiteln der Düngerlehre werde ich auf das hier angedeutete Verhalten der Düngmittel näher eingehen.

Wir werden nun die Wirkungsart der Mineralverbindungen zu untersuchen haben, welche in dem gewöhnlichen Hof- und Stalldünger enthalten sind; wir müssen den Einfluß dieser unorganischen Salze auf die Vegetation bei jedem einzelnen Salze prüfen, außerdem wenn sie mit einander in bestimmten Verhältnissen gemischt sind, oder in Berührung mit stickstoffhaltigen Substanzen sich befinden und endlich bei Gegenwart oder Abwesenheit von organischen, stickstofffreien, humusartigen Körpern.

Hinsichtlich des Kochsalzes oder Chlornatriums ist schon vor längerer Zeit von Schübler die Beobachtung gemacht worden, daß dasselbe bis zu einem gewissen Punkte die Vegetation befördert, bei Ueberschreitung dieses Punktes aber aufhört vortheilhaft zu wirken und sogar mit der Zunahme des Salzes immer nachtheiliger der Entwickelung der Pflanzen wird. Die Gränze, bis zu welcher die Gewächse das Kochsalz vertragen, ist bei den verschiedenen Pflanzenarten sehr abweichend. Im Allgemeinen vertragen die Getreidearten, wie die Gräser überhaupt eine weit größere Quantität dieses Düngmittels als die Blattpflanzen, welche durch einen weicheren Stengel und ein zarteres, lockeres Gewebe vor jenen sich auszeichnen. Es wurden Samen von Gerste, Kresse und Wicken in Töpfe gesäet, welche eine mit Kochsalz in solchen Verhältnissen gemengte Erde enthielt, daß die Menge des Salzes in den verschiedenen Töpfen 0,1, 0,2, 0,3, 0,4 bis 1,1 Prc. von der Menge der Erde betrug; in der Erde, welche 0,9, 1,0 bis 1,1 Prc. Kochsalz enthielt, keimten die Samen theils gar nicht, oder die Pflanzen, welche sich entwickelt hatten, starben bald wieder ab; in den Erden, welche 0,5 bis 0,8 Prc. Kochsalz enthielten, zeigten die Pflanzen zwar anfangs eine gute Entwickelung, fingen jedoch später, vorzüglich bei trockener Witterung, bald zu leiden an; in den, nur wenige Tausendtheile (0,1 bis 0,3 Prc.) Kochsalz enthaltenden Erden entwickelten sich die Pflanzen am besten, jedoch zeigte sich auch diese geringe Menge bei der Anwendung auf ganzen Feldern noch zu

groß. Das Kochsalz wirkte auf die oben genannten drei Pflanzen nicht in gleichem Verhältniß; die Gerste ertrug 0,1 bis 0,2 Prc. Kochsalz mehr als die Kresse, und noch weniger als diese ertrug die Wicke, welche sich am empfindlichsten gegen Kochsalz zeigte. Fernere Versuche mit Gerste gaben Schübler die folgenden Resultate:

Nr.	Menge des Salzes. Auf 1 Hectare.	In Proc. des Erdreichs bis 6 Z. oder 0,166 Meter Tiefe.	Verhältnißzahlen des eingeernteten Getreides.	Verhältniß der Fruchtbarkeit.
	Kil.	Prc.		
1.	0	0	56,6	Gewöhnliche Fruchtbarkeit des Feldes.
2.	20	0,0009	60,6	Vermehrte Fruchtbarkeit.
3.	40	0,0018	72,5	Maximum der Fruchtbarkeit.
4.	80	0,0036	65,8	Sich vermindernde Fruchtbarkeit.
5.	160	0,0072	61,0	
6.	960	0,0422	Unvollkommne Aehren	Bedeutend geringere Fruchtbarkeit.
7.	1920	0,0844		
8.	2880	0,1266	0	Völlige Unfruchtbarkeit.

Versuche, die ich selbst angestellt habe, um den Einfluß der verschiedenen Mineralsalze auf die Quantität und Qualität der auf einem bestimmten Boden erzeugten Produkte näher zu erforschen, haben mir ebenfalls die günstige Einwirkung des Kochsalzes auf die Vegetation unter Anwendung gewisser Mengenverhältnisse aufs Neue bestätigt. Keineswegs habe ich aber die Gerste so empfindlich gegen das Kochsalz gefunden, als sie den obigen Versuchen zufolge sein würde, eine Abweichung, welche jedenfalls in der verschiedenen chemischen und physikalischen Beschaffenheit der betreffenden Bodenarten ihren Grund hat. Die einzelnen Versuche, welche im Jahre 18[illegible] auf Gerste, Hafer und Buchweizen sich bezogen, findet man in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Nr.	Menge des Salzes. Auf 1 Hectare.	In Proc. des Erdreichs bei 6 Zoll oder 0,166 Meter Tiefe.	Gerste. Stroh und Spreu auf 1 Hectare.	Gerste. Körner auf 1 Hectare.	Haferstroh.	Buchweizenstroh.
	Kil.	Prc.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
1.	0,0	0,0	6210	4174	8694	3051
2.	144	0,006	+ 270	+ 362	+ 1512	÷ 324
3.	288	0,012	+ 450	+ 718	+ 2106	— 746
4.	576	0,024	+ 370	+ 292	+ 2628	— 1366
5.	1152	0,048	+ 3888	+ 2689	+ 6426	— 1960
6.	1728	0,072	+ 3780	+ 2727	+ 4698	— 2619
7.	2304	0,096	+ 594	+ 869	+ 2322	— 2934
8.	3062	0,128	÷ 2970	÷ 2635	+ 486	— 2911

Nachwirkung im Jahre 1850.

Nr. des Versuches.	Roggen.		Weizen.		Grüner Klee.
	Stroh.	Körner.	Stroh.	Körner.	
	Kil.	Kil	Kil.	Kil.	Kil.
1.	3932	1631	6091	2430	17928
2.	— 187	+ 65	+ 229	+ 324	+ 8964
3.	— 145	+ 171	+ 116	+ 346	+ 8478
4.	— 44	+ 235	— 959	+ 32	— 4590
5.	+ 241	+ 530	— 1315	+ 184	+ 5562
6.	— 800	— 11	— 1422	— 178	+ 6264
7.	· 776	+ 3	— 1864	— 286	+ 18522
8.	— 1034	— 384	— 1364	— 643	+ 7352

Die für diese Versuche benutzte Ackererde war derselbe sandige Lehmboden, welcher für die schon mitgetheilten Versuche über die Düngkraft des Salpeters verwendet wurde. Der Boden dagegen, welcher zu den Versuchen Schübler's mit Gerste gedient hatte, war ein thoniger Gartenboden; es ist ganz natürlich, daß hier das Kochsalz, wie jedes andere leicht auflösliche Düngmittel in geringer Quantität sich schon wirksam zeigte, während es in der sehr sandigen Ackerkrume sich schnell über einen großen Raum hin verbreiten, d. h. tief eindringen und selbst bis in den Untergrund sich hineinziehen mußte, und also erst in größerer Menge angewendet thätig werden konnte. Eine noch größere Menge von Kochsalz kann ohne Nachtheil für die Vegetation angewendet werden, wenn man das Salz sehr innig und durchaus gleichförmig dem Boden beimischt; in diesem Falle bemerkte ich erst eine Verlangsamung der Vegetation bei 0,3 bis 0,5 Prc. Kochsalzgehalt des ziemlich thonigen Bodens und ein völliges Aufhören der Vegetation bei einem Salzgehalt von 0,5 bis 1 Prc. Noch mehr Kochsalz kann der Boden vertragen, wenn er sehr reich ist an Humus. Stöckhardt konnte reinem Torfe 5,7 Prc. Kochsalz beimischen, ohne daß das Keimen und Fortwachsen der Pflanzen dadurch in dieser Bodenmischung gehindert war. Ich halte es nicht für möglich, daß das Chlornatrium die Vermehrung der vegetabilischen Masse dadurch bewirkt, daß es unmittelbar als Nahrungsmittel verarbeitet, unmittelbar an der Bildung der, jedenfalls in Folge seiner Gegenwart im Boden, neu entstandenen organischen Substanz theilnimmt. Den größten Mehrertrag bei der Gerste und dem Hafer habe ich beobachtet nach der Anwendung von 1152 Kil. auf 1 Hectare, nämlich bei der Gerste im Stroh 3888, an Körnern 2689 und bei dem Hafer an Stroh 6426 Kil.; im Mittel kann man also bei beiden Früchten einen Mehrertrag an Stroh von 5000, an Körnern von 2500 Kil., zusammen 7500 Kil. vegetabilischer Substanz annehmen. Diese 7500 Kil. enthalten, den Analysen zufolge, höchstens etwa

35 Kil. Chlornatrium, oft noch weniger, also gegen die ausgestreuten 1152 Kil. des Salzes eine durchaus verschwindende und so unbedeutende Menge, daß man bei der großen Verbreitung dieser Mineralsubstanz in der Natur und bei dem bedeutenden Gehalte des im vorhergehenden Jahre aufgebrachten Stalldüngers an demselben Körper, wohl vermuthen kann, es würden die sich entwickelnden Pflanzen auch ohne alle Zufuhr von Kochsalz jene Quantität von 35 Kil. schon in dem Boden haben vorräthig finden müssen und sie hätten aus dieser schon vorhandenen Quelle vollständig mit Chlornatrium sich versorgen können; um so mehr, da ich gesehen habe, daß auf demselben Boden eine noch größere Menge von vegetabilischer Substanz unter dem Einfluß chlornatriumfreier Düngmittel sich entwickelte, welche organische Masse ebenfalls eine ihrem Gewichte entsprechende Menge Chlornatrium aus dem Boden hat aufnehmen müssen. Endlich haben auch direkte Analysen gezeigt, daß die auf dem mit Kochsalz gedüngten Boden gewachsenen Pflanzen keineswegs eine bedeutend größere Menge Chlor oder Chlornatrium, ja zuweilen kaum eine Spur davon enthielten. Ich halte es vielmehr, den Resultaten zahlreicher Versuche zufolge, für wahrscheinlich, daß der günstige Erfolg des Kochsalzdüngers beruhen muß auf einer noch nicht hinlänglich aufgeklärten Wechselwirkung zwischen dieser Mineralverbindung und den schon vorhandenen Bestandtheilen der Ackerkrume und glaube, daß d i e s e W i r k u n g auf d e n s t i c k s t o f f h a l t i g e n H u m u s i n d e r A c k e r e r d e s i c h b e z i e h t, indem der Stickstoff hierdurch in einen von der Pflanze aufnehmbaren Zustand übergeführt wird. Das Chlornatrium würde auf diese Weise gleichsam den stickstoffhaltigen Dünger vertreten können, indem der Stickstoff des Bodens entweder schneller gelöst werden oder auch dessen Verflüchtigung mehr gehindert sein würde, jedenfalls also vollständiger der Vegetation zu Gute kommen könnte. Es ist bemerkenswerth, daß das Kochsalz in der Kultur der Gerste in gleichem Grade die Körner- wie die Strohbildung gefördert hat, im zweiten Jahre nach der Aufbringung ist noch entschieden ein günstiger Einfluß des Düngmittels bemerkbar, sowohl bei dem Roggen wie bei dem Weizen, indem hier troß der Verminderung des Strohertrages eine Zunahme der Körnerernte, wenn auch nur innerhalb enger Gränzen bemerkt wurde. Man hat diese Erscheinung mit der Fähigkeit der Kochsalzlösung in Verbindung gebracht, eine gewisse Menge phosphorsauren Kalk aufzulösen und in den Organismus der Pflanze einzuführen; ich sehe jedoch nicht ein, wie solches bewirkt werden könnte, da den Analysen zufolge nur eine höchst geringe Menge Kochsalz, dagegen verhältnißmäßig viel phosphorsaurer Kalk von der Pflanze aufgenommen wird. Im Allgemeinen ist die Wirkung des Kochsalzes nur eine einjährige, im zweiten Jahre ist, wenigstens bei den Getreidearten,

Vermehrung der erzeugten vegetabilischen Substanz nur eine unbedeutende oder, wenn große Quantitäten des Salzes zur Anwendung kamen, sogar eine negative. Die Nachwirkung der Kochsalzdüngung auf den Klee ist nicht recht bestimmt ausgesprochen, da freilich eine bedeutende Vermehrung der vegetabilischen Substanz eingetreten ist, dieselbe aber durchaus nicht mit den verschiedenen Mengen des Salzes in einem einfachen Verhältnisse steht, nur in dem Versuche Nr. 7 erhebt sich der Ertrag bedeutend; auf dem Versuchsbeete Nr. 4 ist jedenfalls durch zufällige äußere Umstände eine Verlangsamung der Vegetation eingetreten, welche zu der Gegenwart des Kochsalzes in keiner Beziehung steht.

Die auf Wiesen angestellten Versuche über die Vermehrung des Grases unter Anwendung des Kochsalzes haben gleichfalls mehr oder weniger günstige Resultate geliefert. Auf einem lehmigen bindigen Boden erhielt Kuhlmann von 200 Kil. Kochsalz auf 1 Hectare in dem sehr nassen Jahre 1845 einen Mehrertrag an Heu und Grummet von 1159 Kil., in dem außerordentlich trocknen Sommer des Jahres 1846 dagegen an Heu allein einen Mehrertrag von nur 447 Kil.; auf einer anderen Parzelle hatte die Heuernte unter Anwendung von 133 Kil. Kochsalz sich um 383 Kil. vermehrt. Aus allen Versuchen geht hervor, daß das Kochsalz in nassen Jahren einen ungleich höheren Erfolg hat als bei anhaltend trockener Witterung, und außerdem, daß die Wirkung besonders auffallend bei den Halmfrüchten, wie auch bei den Gräsern der Wiesen hervortritt, ja vielleicht allein auf diese Klasse von Gewächsen beschränkt ist. Bei dem Buchweizen habe ich gefunden, daß schon eine sehr geringe Menge des Salzes eine merkliche Verminderung der Ernte bewirkt, und in etwas größerer Menge angewendet, sogar eine vollständige Unfruchtbarkeit des Bodens für diese Pflanze hervorbringt. Eine gleiche Empfindlichkeit gegen das Kochsalz zeigen die Wicken.

Auch andere Verbindungen des Natrons, nämlich die mit Kohlensäure (Soda) und mit Schwefelsäure (Glaubersalz) sind von mir hinsichtlich ihres Einflusses auf die Vegetation verschiedener Pflanzen geprüft worden, und haben unter ganz denselben Boden- und Witterungsverhältnissen, wie diese oben angedeutet wurden, die in den folgenden Tabellen verzeichneten Resultate geliefert:

Resultate der Versuche über Einwirkung der Soda auf die Vegetation.

Nr. des Versuches.	Menge des wasserfreien Salzes auf 1 Hect	Gerste.		Haferstroh.	Buchweizen	
		Körner.	Stroh.		Stroh.	Körn.
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Ki
1.	—	4174	6210	8694	3359	846
2.	107	+ 578	+ 378	+ 270	— 411	+ 51
3.	214	+ 762	+ 378	+ 494	+ 27	+ 318
4.	428	— 124	— 432	+ 3672	— 702	+ 173
5.	856	— 502	+ 594	+ 3402	+ 21	+ 507
6.	1712	— 1238	— 648	— 2700	— 1798	— 111

Nachwirkung im Jahre 1850.

Nr. des Versuches.	Roggen.		Weizen.		Grüner Klee.
	Stroh.	Körner.	Stroh.	Körner.	
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
1.	3932	1631	6091	2430	17928
2.	— 104	+ 410	— 422	— 216	+ 4644
3.	— 800	— 51	+ 140	+ 146	+ 5732
4.	— 1045	— 360	— 1571	— 259	+ 19386
5.	— 1023	— 240	— 119	— 243	+ 16306
6.	+ 221	+ 142	+ 34	— 124	+ 17280

Resultate der Versuche über Einwirkung des Glaubersalzes auf die Vegetation.

Nr. des Versuches.	Menge des wasserfreien Salzes auf 1 Hect.	Gerste.		Haferstroh.	Buchweizen stroh.
		Stroh	Körner.		
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
1.	—	6210	4174	8694	3359
2.	158	+ 378	— 562	+ 162	+ 77
3.	316	— 1080	— 616	— 594	+ 173
4.	632	+ 810	+ 668	+ 162	+ 1161
5.	1148	— 324	— 86	+ 4698	— 821
6.	1901	— 1890	— 1706	+ 3942	— 2166

Nachwirkung im Jahre 1850.

Nr. des Versuches.	Roggen.		Weizen.		Grüner Klee.
	Stroh.	Körner.	Stroh.	Körner.	
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
1.	3932	1631	6091	2430	17928
2.	+ 712	+ 202	— 671	+ 81	+ 6327
3.	— 1927	— 827	— 411	+ 378	+ 9729
4.	— 112	+ 63	+ 193	+ 588	+ 6831
5.	+ 596	+ 400	+ 902	+ 621	+ 13383
6.	+ 181	+ 343	— 1193	— 405	+ 13131

Im Versuch Nr. 3 ist in beiden Jahren bei sämmtlichen Halmfrüchten unter Anwendung des Glaubersalzes eine Verminderung der Ernte eingetreten, welche nur dadurch erklärt werden kann, daß das betreffende Beet weniger mit animalischem stickstoffhaltigem Dünger versehen war, als die übrigen Flächen.

Die hier mitgetheilten Zahlenverhältnisse beweisen, daß unter den vorhandenen Bodenverhältnissen das kohlensaure Natron weit indifferenter gegen die Entwicklung der Pflanzen sich verhält, als das Chlornatrium; der Ertrag an Gerste in Stroh und Körnern nimmt im Ganzen zu bis zu einem gewissen Punkte, aber nicht sehr beträchtlich; größere Mengen von Soda wirkten entschieden nachtheilig, während gleich große Quantitäten von Chlornatrium gerade die besten Erfolge zeigten. Beim Hafer hat die Soda wenigstens auf den Stroherertrag günstiger gewirkt als bei der Gerste, jedoch ist der Mehrertrag der Ernte bei weitem nicht so bedeutend als von einer gleich großen Menge von Kochsalz; überhaupt ist der Hafer weniger empfindlich gegen Mineralsalze, als die Gerste.

Die Wirkung des Glaubersalzes ist ganz in Uebereinstimmung mit derjenigen der Soda, unbestimmt und gering bei der Gerste, in größerer Menge angewendet für die Vermehrung der vegetabilischen Masse beim Hafer günstig. Der Buchweizen scheint von beiden Salzen fast gar nicht afficirt zu werden, dieselben verhalten sich gegen diese Pflanze fast ganz indifferent, wenn nicht gar zu große Quantitäten der Salze angewendet werden, wo alsdann natürlich die nachtheilige Wirkung entschieden hervortritt, aber doch weit langsamer, als dies bei der Anwendung des Kochsalzes sich zeigte. Hinsichtlich der Nachwirkung im zweiten Jahre nach der Aufbringung der Soda ist zu bemerken, daß fast überall bei dem Roggen und dem Weizen eine Verminderung des Ertrages im Verhältniß gegen die nicht mit Soda behandelten Früchte eingetreten ist; dagegen wirkt im zweiten Jahre die nunmehr in die tieferen Schichten der Ackerkrume eingedrungene Soda für das Wachsthum des tiefwurzeligen Klees günstig und zwar in höherem Grade und deutlicher, wie dies bei dem Kochsalze beobachtet wurde. Das Glaubersalz verhält sich auch hinsichtlich seiner Nachwirkung der Soda ähnlich. — Auf das Gras der Wiesen scheint die Soda ebenso einzuwirken, wie auf die genannten Halmfrüchte; wenigstens brachten in den Versuchen Kuhlmann's 300 Kil. auf 1 Hectare angewendet im Jahr 1845 an Heu und Grummet nur einen Mehrertrag von 346 Kil. hervor, im Jahr 1846 sogar eine Verminderung der Heuernte um 182 Kil. Dagegen zeigte sich hier das phosphorsaure Natron günstiger, indem 300 Kil. desselben in dem Jahre 1844 eine Zunahme von 506, im Jahr 1845, ohne neuen Dünger anzuwenden, von 171 Kil. bewirkten, in

dem trockenen Jahre 1846 in Folge des Zusatzes einer gleichen Quantität dieses Salzes, eine Vermehrung der Heuernte um 243 Kil.; bei einem anderen Versuche wurden durch 150 Kil. phosphorsaures Natron im Jahr 1845 sogar 1633 Kil. Heu und Grummet erzeugt. Diese Wirkung muß aber der Phosphorsäure und nicht dem Natron zugeschrieben werden.

Die Resultate der mit kohlensaurem Kali (Pottasche) angestellten Versuche, um die Einwirkung dieses Mineralsalzes auf die Vegetation zu prüfen, findet man in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Nr. des Versuches.	Menge des Salzes auf 1 Hect.	Gerste.		Haferstroh.	Buchweizenstroh.
		Stroh.	Körner.		
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
1.	—	6210	4174	8694	3359
2.	288	+ 378	— 94	+ 2322	+ 1836
3.	576	+ 162	— 784	+ 3132	+ 502
4.	1152	+ 3240	+ 436	+ 3510	+ 1355
5.	2160	+ 4104	+ 36	+ 4374	— 43
6.	4320	— 3240	Keine Körner.	+ 3348	— 3316

Nachwirkung im Jahre 1850.

Nr. des Versuches.	Roggen.		Weizen.		Grüner Klee.
	Stroh.	Körner.	Stroh.	Körner.	
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
1.	3932	1631	6091	2430	17928
2.	— 120	+ 192	+ 1518	+ 824	+ 8694
3.	— 494	— 51	— 326	— 505	+ 18684
4.	— 21	+ 178	+ 2671	+ 394	+ 21870
5.	+ 2009	+ 468	+ 3730	+ 648	+ 24660
6.	+ 2992	+ 552	+ 4817	+ 478	+ 31527

Der fördernde Einfluß des kohlensauren Kalis ist ganz deutlich weit beträchtlicher als der des kohlensauren Natrons, hinsichtlich des Strohertrages fast ebenso groß, wie bei dem Chlornatrium, dagegen weit geringer in Betreff der Körnervermehrung, welche auffallend niedrig, sogar negativ bei der Anwendung der Pottasche sich herausgestellt hat. Das kohlensaure Kali hat, wenn besonders große Quantitäten ausgestreut waren, auch noch im zweiten Jahre eine nicht geringe Nachwirkung gezeigt und zwar wiederum in einem weit höheren Grade bei der Strohbildung, als bei der Entwickelung der Körner. Ganz besonders spricht sich diese Nachwirkung in der Vegetation des rothen Klees aus; hier gränzte in der That die Ueppigkeit der Vegetation ans Wunderbare, wozu allerdings die dem Kleewuchs besonders günstige Witterung im Sommer 1850 das Ihrige beigetragen haben mag; die Pflanzen

zeigten eine dunkelgrüne gesunde Farbe, die einzelnen Blattstengel hatten eine Länge von fast 1½ F., während die mit zahlreichen Blüthen versehenen Blüthenstengel eine Länge sogar von gegen 4 Fuß erreichten und dabei von einer entsprechenden Dicke waren. Dieser Klee war, wie auf den übrigen Versuchsbeeten im Frühjahr desselben Jahres, am 17. April gesäet worden und die mitgetheilten Erträge an vegetabilischer Substanz beziehen sich auf einen einzigen Schnitt, der schon am 16. August genommen wurde, so daß später im Herbste noch einmal eine gleiche Quantität hätte eingeerntet werden können; in der Zeit von 4 Monaten, von der Aussaat bis zur Ernte, hatte sich eine ungeheure Masse von vegetabilischer Substanz unter dem nachwirkenden Einfluß des kohlensauren Kalis entwickelt.

Die Nachwirkung des Salpeters im zweiten Jahre nach seiner Aufbringung ist bei der Kultur des Klees ebenfalls eine bedeutende gewesen; in wie weit die beobachtete Nachwirkung dem Kaligehalte des Salpeters zugeschrieben werden muß, läßt sich leicht beurtheilen, wenn man die unter dem Einfluß des kohlensauren Kalis erhaltenen Ernten auf gleiche Mengen des im Salpeter enthaltenen Kalis berechnet; man erhält dann die folgenden Zahlen:

	Salpeter.	Mehrertrag an grünem Klee, bewirkt durch eine entsprechende Menge Pottasche.	Differenz.
1.	5400	5950	— 550
2.	7670	12485	— 4815
3.	8100	18490	— 10390
4.	14670	22125	— 7455
5.	32560	29480	+ 3080

Es ergiebt sich also, daß der Salpeter in Bezug auf seinen Stickstoffgehalt nur im ersten Jahre zur Förderung der Vegetation beiträgt, im zweiten Jahre aber, wenn nicht aufs Neue stickstoffhaltige Substanzen zugeführt werden, sogar eine Verminderung der Ernte bewirkt, seine Nachwirkung ist eine negative. Ein ähnliches Resultat hat der Salpeter bei den Halmfrüchten im zweiten Jahre geliefert; denn ein Mehrertrag bei der Kultur des Roggens und Weizens im Jahre 1850 ist nur da deutlich sichtbar gewesen, wo eine besonders große Menge Salpeter aufgebracht worden war, und dieser Mehrertrag verschwindet und wird sogar negativ, wenn man die dem Kali entsprechende Wirkung in Abzug bringt. Man sieht also, daß die salpetersauren Salze im Verlaufe eines einzigen Jahres unter sonst günstigen Umständen und bei Gegenwart von faulenden organischen Substanzen vollständig zersetzt werden, und daß bei dieser schleunigen Zersetzung ein Theil des im Boden vorher schon enthaltenen chemisch gebundenen Stickstoffes gleichsam

mit gelöst und in den Organismus der Pflanze mit übergeführt wird oder in die Atmosphäre sich verflüchtigt. Dasselbe Verhalten scheint den bisherigen Beobachtungen zufolge, je nach den verschiedenen Witterungs-, klimatischen und Bodenverhältnissen allerdings in einem höheren oder geringeren Grade, allen sehr leicht auflöslichen und stark stickstoffhaltigen Substanzen, namentlich auch den reinen Ammoniaksalzen, eigenthümlich zu sein. Es wird einiges Interesse darbieten, wenn ich hier die früher mitgetheilten unter dem Einfluß des Salpeters erhaltenen Mehrerträge des ersten Jahres bei der Kultur der Gerste und des Hafers einer ähnlichen Reduction unterwerfe, wie dieses für die Kleeernte bereits geschehen ist. Ich nehme hier nur auf die Stroherträge Bezug und zwar in der Weise, daß überall das Mittel des Mehrertrages an Stroh von der Gerste und dem Hafer in Rechnung gezogen wird.

	Salpeter.	Mehrertrag an Stroh, bewirkt durch eine entsprechende Menge Pottasche.	Differenz.
1.	1180	923	257
2.	1550	1367	183
3.	4890	2288	2602
4.	9966	3618	6348
5.	6270	5067	1203

Die letzte Zahlenreihe würde also die Wirkung ausdrücken, welche der in dem Salpeter enthaltenen Salpetersäure oder vielmehr deren Stickstoff zugeschrieben werden müßte. Diese Wirkung würde freilich in den beiden ersten Versuchen nur sehr gering sein, jedoch ist zu bedenken, daß schon eine bedeutende Düngkraft im Boden vorhanden war und ferner, daß hier auf die Vermehrung der Körner keine Rücksicht genommen worden ist, welche unter dem Einfluß des Salpeters gleichfalls in einem beträchtlichen Grade stattfand, dagegen bei Anwendung des kohlensauren Kali durchaus nicht bemerkt wurde.

Das kieselsaure Kali, von Kuhlmann in einer Quantität von 300 Kil. auf die Fläche eines Hectare Wiesenlandes ausgestreut, bewirkte im Jahre 1845, bei vorherrschend feuchter Witterung, eine Verminderung der Heu- und Grummeternte um 84, im Jahr 1846, bei vorherrschend sehr trockner Witterung, einen Mehrertrag an Heu um 4 Kil.; die Wirkung des kieselsauren Kali reducirte sich also, wenigstens in diesem Falle, vollständig auf Null. Endlich ist noch einiger Versuche Erwähnung zu thun, welche ausgeführt wurden, um den Einfluß des Chlorcalcium auf die Entwicklung und Vermehrung des Wiesengrases kennen zu lernen. 250 Kil. Chlorcalcium hatten im Jahre 1844 eine Vergrößerung der Heu- und Grummeternte um 10 Kil. bewirkt, im Jahr 1845 sogar eine Verminderung der Ernte um

376, und im Jahre 1846 aufs Neue auf diese Wiesenparcelle aufgebracht, eine Verminderung um 293 Kil. Dagegen wird von älteren Beobachtern angegeben, daß das Chlorcalcium in geringer Menge angewendet günstig, in zu großer Quantität schädlich auf die Vegetation einwirke; es muß also die im obigen Falle auf die Fläche von 1 Hectare aufgebrachte Quantität an Chlorcalcium schon eine zu große gewesen sein.

Es ist nun zu untersuchen, ob die Erfahrung uns die Unterlagen für die Lösung der für die allgemeine Theorie des Düngers wichtigen Frage liefert: Zeigen die Mineralsalze, wenn sie in dem Verhältniß, in welchem sie die Asche irgend einer bestimmten Pflanze zusammensetzen, mit einander gemengt, ausgestreut werden, — einen größeren Erfolg für die Vermehrung der Ernte, als wenn man einzelne Bestandtheile der Asche in passender Menge für sich allein anwendet? Ich mache hier nur auf wenige Versuche aufmerksam, von denen einige für die Bejahung der Frage sprechen, andere dagegen ein entweder unentschiedenes oder sogar negatives Resultat geliefert haben. Ein ganz ähnliches, nämlich ein unbestimmtes oder negatives Resultat gaben die zahlreichen Versuche, welche in verschiedenen Ländern angestellt wurden, um den Werth des sogenannten Liebig'schen Patentdüngers zu erforschen, dessen Zusammensetzung auf die in der Asche der betreffenden Pflanzen enthaltenen Mineralstoffe vorzugsweise basirt war, wie ich in einem späteren Kapitel der Düngerlehre ausführlicher nachweisen werde. Es wurde von Kuhlmann ein Hectare Wiese mit verschiedenen salzigen Substanzen gedüngt, die in dem Verhältnisse gemengt waren, in welchem sie ziemlich genau die Zusammensetzung der Heuasche darstellten; eine andere Fläche wurde mit denselben Salzen gedüngt, jedoch mit dem Unterschiede, daß das kohlensaure Natron durch sein Aequivalent salpetersaures Natron ersetzt worden war; eine dritte Parzelle endlich erhielt allein die Quantität salpetersaures Natron des vorigen Versuches. Die Ernteresultate waren die folgenden:

Nr.	Natur des Düngers, den 20. April 1846 auf ein Hectare ausgestreut.	Menge der einzelnen Substanzen.	Heu, geerntet den 18. Juni 1846.	Zunahme in Folge des Düngers.	Abnahme in Folge des Düngers.
		Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
1.	Kein Dünger	—	3323	—	—
2.	Kochsalz	67	2890	—	433
	Trocknes kohlensaures Natron	125			
	Schwefelsaures Natron	83			
	Kieselsaures Kali	350			
	Aetzkalk	300			
	Knochenasche	180			

Nr.	Natur des Düngers, den 20 April 1846 auf ein Hectare ausgestreut.	Menge der einzelnen Substanzen.	Heu, geerntet den 18. Juni 1856.	Zunahme in Folge des Düngers.	Abnahme in Folge des Düngers.
		Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
3.	Kochsalz	67	4660	1336	—
	Chilisalpeter	200			
	Schwefelsaures Natron . .	83			
	Kieselsaures Kali	350			
	Aetzkalk	300			
	Knochenasche	180			
4.	Chilisalpeter	200	4726	1403	—

Die Salze haben, anstatt die Ausbeute zu vermehren, dieselbe vermindert und die Salpetersäure des Chilisalpeters hat ihren günstigen Einfluß auf das Entschiedenste bewährt. Hierbei ist jedoch zu beachten, daß die Versuche im Jahre 1846, während eines sehr trockenen Sommers unternommen wurden, und die Substanzen daher nicht in den erforderlichen Bedingungen der Auflöslichkeit waren, um einen fortgesetzten und regelmäßigen Einfluß zu zeigen; dieser würde vielleicht in einem feuchteren Jahre günstiger gewesen sein.

Die jetzt mitzutheilenden Versuche von Fresenius haben dagegen im Ganzen ein günstiges Resultat geliefert, bei Anwendung von ähnlichen Düngstoffen. Die chemisch gedüngten Felder erhielten die fünffache Menge der Salze, welche eine Ernte durchschnittlich dem Boden entzieht. Die Düngerarten wurden zusammengesetzt aus Buchenholzasche, gebrannten Knochen, Gips, Soda oder Kochsalz und gebranntem zerfallenem Kalke. Die mit Salzen gedüngten Abtheilungen gaben einen günstigeren Ertrag nach Qualität und Quantität als die mit gewöhnlichem Stalldünger behandelten, wie aus folgender Uebersicht der Ernteergebnisse des Jahres 1847 zu ersehen ist. 75 Quadratmeter (etwa 3 Quadratruthen) gaben lufttrockne Substanzen in Kilogrammen:

Kultivirte Pflanzen.	Mit Salzen gedüngt.			Mit Stalldünger gedüngt.		
	Körner.	Stroh.	Spreu.	Körner.	Stroh.	Spreu.
Talaveraweizen ohne Wechsel . .	18,38	35,5	5	13,88	31	3,25
Talaveraweizen im Wechsel . . .	14,88	31,5	3,25	12,88	28	3,125
Sommergerste ohne Wechsel . .	15,75	16,5	3,5	15,50	17,5	3,5

Das specifische Gewicht der durch chemischen Dünger producirten Körner war stets größer als das Gewicht der auf Stalldünger gewachsenen; eine gleiche Anzahl Körner wog bei ersterem immer deutlich mehr als bei letzterem.

Ferner wurden auf drei gleich beschaffene Feldchen, jedes 6 Quadratmeter groß, je 6 vollkommen gesunde, möglichst gleichartige, rothe Kartoffeln gesteckt. Das Gewicht jeder Kartoffelsection war gleich und betrug 250 Grammen. Die eine Abtheilung wurde mit den Salzen gedüngt, welche die ganze Kartoffelpflanze in der Asche liefert. Der Dünger bestand aus 20 Theilen Buchenholzasche, 15 gebrannten Knochen, 10 Gips, 15 Kochsalz und 40 gebranntem zerfallenem Kalk. Jede Kartoffel erhielt 1 Loth (15 Grm.) des gleichförmig gemengten Pulvers. Der Boden war ein ganz schlechter: ein schwerer und zäher Thon, aus der Verwitterung des Taunusschiefers entstanden; er war noch nie gedüngt gewesen und enthielt kaum Spuren von organischer Substanz. Der Ertrag war folgender:

Abtheilung I. Mit Stalldünger gedüngt.			Abtheilung II. Nicht gedüngt.			Abtheilung III. Mit Salzen gedüngt.		
Nummern d. Stöcke.	Zahl der Knollen.	Gewicht der Knollen in Grammen.	Nummern d. Stöcke.	Zahl der Knollen.	Gewicht der Knollen in Grammen.	Nummern d. Stöcke.	Zahl der Knollen.	Gewicht der Knollen in Grammen.
1.	11	352	1.	8	320	1.	17	1172
2.	10	326	2.	8	308	2.	10	704
3.	2	17	3.	8	189	3.	18	953
4.	9	181	4.	5	250	4.	10	563
5.	7	309	5.	5	276	5.	15	380
6.	14	522	6.	9	392	6.	8	433
	53	1707		43	1735		78	4205

Das frische Kraut (welk und ungetrocknet) sammt Wurzeln wog von je einer Abtheilung zusammen:

Abtheilung I.	Abtheilung II.	Abtheilung III.
106 Grm.	87 Grm.	312,5 Grm.

Versuche, die ich selbst anzustellen Gelegenheit hatte, gaben weder bei Kartoffeln noch bei der Gerste ein für die Salzdüngung besonders günstiges Resultat; von 130 in gewöhnlichen Stalldünger gelegten Kartoffeln wurden in zwei verschiedenen Versuchen 42,6 und 40,1, von einer gleichen Anzahl mit Salzmischung (jede einzeln mit etwa 8 Grm.) bestreuten Kartoffeln dagegen nur 36,5 und 34,5 Kil. geerntet. Bei der Gerste wurden auf 75 Quadratmetern (3 Quadratruthen) nach Mistdüngung 17,38, nach Salzdüngung (1,31 Kilogr. Salzmischung auf 75 Quadratmeter) 15,68 und ohne allen Dünger 11,5 Kil. geerntet. Beide Versuche wurden auf einem lehmigen, sonst recht thätigen Boden vorgenommen.

Im Allgemeinen ergeben sich aus den mitgetheilten Versuchen, die angestellt wurden, um über den Einfluß verschiedener Mineralsalze auf das Gedeihen der Pflanzen Aufklärung zu verschaffen, folgende Resultate:

1. Das Kochsalz hat die größte Vermehrung an Stroh und Körnern unter den angegebenen Bodenverhältnissen, bei Anwendung von 1150 Kil. auf 1 Hectare, bewirkt, nämlich bei der Gerste an Stroh um beinahe 4000, an Körnern etwa 2500, beim Hafer aber an Stroh sogar um 6500 Kil., ein Erfolg, welcher sogar bei Anwendung einer gleich großen Menge von Salpeter nicht so glänzend ausgefallen ist. Der höchste Ertrag, der mittelst Kochsalz zu erzielen sein möchte, würde also nach diesen Versuchen eine Vermehrung einer an sich schon glänzenden Ernte von etwa 12000 Kil. Stroh und Körner (welche zusammengenommen ungefähr einer gleich großen Quantität Heu äquivalent angenommen werden können) um noch 7500 Kil. vegetabilischer Substanz betragen. Daß jedoch diese auffallend günstige Wirkung des Kochsalzes keine constante und allgemeine ist, wird sich später ergeben, wenn ich die Resultate zahlreicher, im Großen angestellter Düngungsversuche mit Kochsalz mittheile, aus welchen erhellen wird, daß dieser Mineralstoff, gleichwie fast alle einzelnen Aschenbestandtheile der Pflanzen, eine sehr unsichere Wirkung auf die Vegetation äußert. Die obigen Versuche zeigen nur, daß unter besonders günstigen äußeren Verhältnissen das Kochsalz die Vegetation, sei es direkt oder indirekt, in sehr hohem Grade zu fördern vermag. Die Soda hat für die Gerste durchaus keine bestimmten Resultate geliefert; der Einfluß derselben auf das Wachsthum dieser Pflanze war wenigstens nur unbedeutend; dagegen sehen wir bei dem Hafer den Strohertrag unter dem Einfluß von 1150 Kil. Soda bedeutend zunehmen; ähnliche Resultate hat das Glaubersalz geliefert, bei der Gerste unbestimmte, bei dem Hafer günstige, aber bei dem letzteren entschieden erst bei Anwendung einer größeren Quantität, als von dem Kochsalze oder der Soda erforderlich war. Die Pottasche ist dem Wachsthum sowohl der Gerste als des Hafers günstig; die größte Produktion vegetabilischer Masse scheint aber ebenfalls mehr Salz zu erfordern, als bei dem Kochsalze; deutlich sieht man das kohlensaure Kali fast einzig und allein auf die Vermehrung der Strohmasse einwirken, während der Körnerertrag fast nicht im Geringsten sich vergrößert hat. Sehr anschaulich und übersichtlich kann man die Größe der Wirkung sämmtlicher hier in Untersuchung genommener Salze machen, wenn man die Mehrerträge in dem Versuche bei jedem Salze, wo der relativ günstigste Erfolg sich gezeigt hat, auf 1000 Kil. des angewendeten wasserfreien Salzes bezieht und die so sich ergebenden Zahlen zur gegenseitigen Vergleichung in eine Tabelle zusammenstellt. Zur Vergleichung ist auch die Wirkung des Salpeters beigefügt worden. Ich habe

nur die Mehrerträge im Mittel von der Kultur der Gerste und des Hafers und aus dem zweiten Versuchsjahre die Mehrerträge an grünem ungetrocknetem Klee in Rechnung gezogen, weil eben nur diese Substanzen sichere Anhaltepunkte darbieten, welche man in den Resultaten der mit dem Anbau von Buchweizen und den Winterhalmfrüchten ausgeführten Versuche häufig vermißt. Außerdem sind nur die Zahlen aufgeführt worden, welche sich auf diejenigen Versuche beziehen, in denen bei Anwendung einer sehr beträchtlichen Quantität (ungefähr 1000 Kil. auf 1 Hectare) des Düngmittels der höchste Mehrertrag sich herausstellte; allerdings nämlich ist fast bei allen vorliegenden Versuchsreihen die Zunahme des Erntegewichtes bezüglich der Quantität des angewendeten Salzes in den Fällen relativ am bedeutendsten, wo nur verhältnißmäßig geringe Salzmengen (von 200 bis 300 Kil.) ausgestreut wurden, aber hier sind die direkt gefundenen Zahlenunterschiede überhaupt zu niedrig, als daß sie unter sich zu einer Vergleichung, wie sie hier vorgenommen worden ist, benutzt werden könnten.

Art des Salzes.	Mehrerträge auf 1 Hectare, berechnet für 1000 Kil. der wasserfreien Salze.			Menge des wirklich angewendeten Salzes.
	An Stroh im Mittel von Gerste und Hafer.	An Stroh und Körnern zusammen.	An grünem Klee.	
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
1. Kochsalz	4389	6584	4830	1152
2. Soda	2334	3501	19050	856
3. Glaubersalz	1905	2858	12865	1148
4. Pottasche	2921	2921	18985	1152
5. Salpeter	4244	6366	7030	1152
6. Wirkung des in 100 Kil. Salpeter enthaltenen Stickstoffes .	2258	4516	9000	—

In der dritten Spalte dieser Tabelle ist das Gewicht des Mehrertrags an Stroh und Körnern zusammen angegeben und zwar nach dem Verhältniß = 2:1, nur bei der Pottasche ist auf die Körnervermehrung gar nicht Rücksicht genommen worden, weil hier in der That eine solche fast gar nicht stattfand; dagegen ist für die Wirkung des in dem Salpeter enthaltenen Stickstoffes an Körnern ein dem des Strohes gleiches Gewicht in Anschlag gebracht, welches durch die Versuchsresultate selbst gerechtfertigt erscheint. Ich bemerke hier nochmals, daß die obigen Zahlen in keiner Weise auf die Praxis im Großen Anwendung finden können, weil sie aus den Resultaten von sehr im Kleinen ausgeführten Versuchen abgeleitet worden sind, es sind aber Verhältnißzahlen, die unter sich vergleichbar bleiben und unter den gegebenen physikalischen und chemischen Zuständen des Bodens und der Atmosphäre den relativen Werth der einzelnen Salze für die Entwickelung der vegetabilischen

Substanz ausdrücken. Hinsichtlich der angewendeten Quantitäten der Salze will ich noch hinzufügen, daß in England das Kochsalz vielfach von 4 bis 8 Centner und darüber auf die Fläche eines englischen Ackers ausgestreut wird, welches für die Fläche eines Hectare etwa 500 bis 900 Kil. ausmachen würde.

2. Die auf Wiesen eintretende Zunahme des Graswuchses in Folge der Aufbringung einzelner Salze hat bisher nur bei der Anwendung von Kochsalz und phosphorsauren Verbindungen nachgewiesen werden können, durch andere Salze wie Soda und kieselsaures Kali hat keine Vermehrung der Ernte stattgefunden; jedoch ist hier nicht zu vergessen, daß das Verhalten dieser Düngmittel auf Wiesen nicht nach einem einzelnen Versuche und namentlich bei Anwendung einer geringen Quantität des betreffenden Salzes als entschieden angesehen werden kann.

3. Eine Erscheinung ist bei Betrachtung aller von mir ausgeführten Versuche sogleich auffallend. Man sieht nämlich ohne Ausnahme bei Anwendung des Kochsalzes, der Soda, des Glaubersalzes und der Pottasche, die Masse der vegetabilischen Substanz nach Zusatz einer nur geringen Quantität des Düngmittels von etwa 200 bis 400 Kil. bei der Gerste, wie beim Hafer, in den Körnern, wie im Stroh um eine bestimmte Größe zunehmen, dann aber bei Vergrößerung der Salzmenge längere Zeit mit geringen Schwankungen und wenigen Ausnahmen auf dem einmal erreichten Punkte verharren; und nun, wenn die Quantität des in Anwendung gebrachten Salzes etwa 1200 Kil. für 1 Hectare erreicht hat, tritt gewöhnlich plötzlich und gleichsam mit einem Sprunge ein auffallend großer Mehrertrag an organischer Substanz ein, — eine Erscheinung, welche zu beweisen scheint, daß die auflöslichen Salze der Alkalien einen doppelten Einfluß auf die Beförderung der Vegetation ausüben; nämlich einmal, indem sie zur Ernährung der Pflanze unmittelbar beitragen und als Nahrungsstoff in den Organismus der Pflanze selbst eintreten, dann aber auch, indem sie zersetzend, lösend und überhaupt verändernd auf die schon vorhandenen, organischen oder mineralischen Bestandtheile des Bodens einwirken und diese in den zur Pflanzenernährung geeigneten Zustand überführen. In Folge der Salzdüngung wird der Boden einen mäßig feuchten Zustand, auch bei anhaltend trockener Witterung, sehr lange bewahren und daher die in demselben vorhandenen humusartigen Stoffe eine gleichmäßige und rasche Zersetzung erleiden, wodurch immer neue Mengen von Nahrungsstoffen, namentlich von passenden Stickstoffverbindungen den Pflanzen zugänglich werden. Die letztere Wirkungsart der auflöslichen Mineralstoffe ist bei sonst kräftiger Beschaffenheit des Bodens sogar die wichtigere, da durch dieselbe eine weit

größere Vermehrung der Ernte hervorgebracht wurde, als in Folge der ersteren Wirkungsart. Die auflöslichen Mineralsalze, wie man sie in der Asche verschiedener Pflanzen vorfindet, sind in der Regel in vollkommen und mehr als ausreichender Menge im Boden vorhanden, um noch weit größere Menge an vegetabilischer Substanz zu erzeugen, als gewöhnlich auf einer bestimmten Fläche geerntet wird. Eine einfache Berechnung zeigt solches zur Genüge. Auf 1 Hectare des in Kultur stehenden Feldes bringt man, um dasselbe in Kraft zu erhalten, alle 3 Jahre ungefähr 36000 Kil. feuchten Stall- oder Hofdüngers, in welchem etwa 5 Proc. oder 1800 Kil. salziger und erdiger Mineralsubstanzen sich befinden; 600 Kilogr. dieser Masse aber, die jährlich disponibel ist, reicht schon hin, um mehr wie 12000 Kilogr. organisch-vegetabilischer Masse mit den zu ihrer Entwickelung erforderlichen Mineralkörpern zu versorgen. Nun aber wissen wir, daß der Wald und oft auch die Wiesen jährlich eine große Masse Holz und Gras produciren, ohne jemals Dünger zu erhalten; hier muß also die ganze Menge der Aschenbestandtheile dem Boden entzogen werden und also in diesem unter dem zersetzenden Einfluße der Atmosphäre immer aufs Neue aus einem gebundenen in den freien, auflöslichen und für die Pflanze assimilirbaren Zustand übergehen. Die Krume des Ackers ist denselben auflösenden Einwirkungen der Atmosphäre ausgesetzt, wie der Boden des Waldes und der Wiesen und dort wie hier muß jährlich eine bedeutende Menge von Mineralsalzen neu aufgeschlossen und den Pflanzen dargeboten werden, wenn der Boden selbst nicht ein unfruchtbarer Flugsand und somit überhaupt unfähig ist, das Wachsthum der Pflanzen zu unterstützen. Man wird daher, wie ich glaube, durch die Anwendung von geringen Quantitäten eines Salzgemenges unter den gewöhnlichen Umständen die Fruchtbarkeit des an sich schon kräftigen und thätigen Ackers nur wenig erhöhen können.

4. Die direkten Versuche über die Wirkungsart eines Salzgemenges, wie es der Zusammensetzung der Asche eines bestimmten Gewächses entspricht, haben bisher noch nicht recht bestimmte Resultate gegeben, wie es ganz natürlich ist, da auf die Wirkungsart solcher Gemenge die Zusammensetzung und der mechanische Zustand des Bodens, wie oben angedeutet wurde, von dem größten Einfluß sein muß.

An die zuletzt besprochene Frage, ob die Mineralsalze jedes für sich allein oder mehrere mit einander gemengt angewendet, irgend einen Erfolg für die Entwickelung der Pflanze haben, schließen sich noch einige Versuche an, welche ebenfalls von Kuhlmann in der Absicht ausgeführt wurden, um zu erfahren, ob durch gleichzeitige Anwendung von stickstoffhaltigen Stoffen, vorzugs-

weise von Ammoniaksalzen und von verschiedenen Mineralverbindungen, eine Modifikation der Wirkung stattfindet, welche jeder Körper für sich isolirt auf die Pflanze ausübt. Diese Versuche wurden auf einer Wiese angestellt, die im Jahre 1844 auf thonigem Boden, welchen man mit Grassamen und Wicken angesäet hatte, angelegt worden war; im Jahre 1845 wurde das während eines sehr feuchten Sommers gebildete Heu und Grummet jedes für sich gewogen; in dem sehr trockenen Jahre 1846 konnten die Versuche nur auf die Heuernte sich beziehen.

Nr.	Natur und Menge des angewendeten Düngers auf 1 Hectare.	Zunahme in Folge des Düngers im Jahre 1845.			Vermehrung der Heuernte 1846 durch Zufuhr an gleichem Maß Dünger.
		an Heu	an Grummet	Zusammen.	
		Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
1.	Kein Dünger	5608	2136	7744	3319
2.	200 Kilogr. Salmiak .	+ 2057	— 413	+ 1644	+ 2057
3.	200 Kil. Salmiak und 300 Kil. kieselsaures Kali	+ 1932	— 460	+ 1472	+ 2100
4.	300 Kil. kieselsaures Kali	+ 392	— 476	— 84	+ 4
5.	200 Kil. Salmiak und 300 Kil. Soda . .	+ 2745	— 149	+ 2596	+ 2184
6.	300 Kil. Soda . . .	+ 532	— 166	+ 346	— 182
7.	200 Salmiak und 150 phosphorsaures Natron	+ 2492	— 56	+ 2436	+ 1744
8.	150 phosphors. Natron .	+ 1352	+ 281	+ 1633	— 89
9.	200 Salmiak und 300 Knochenasche . . .	+ 2499	— 29	+ 2470	+ 2507
10.	300 Knochenasche . . .	+ 1785	— 299	+ 1486	+ 130
11.	200 Salmiak und 1000 Tabaksasche	+ 2459	— 46	+ 2413	+ 2330
12.	1000 Tabaksasche . . .	+ 302	+ 44	+ 346	+ 147
13.	200 Salmiak und 4000 Steinkohlenasche . .	+ 2219	+ 167	+ 2386	+ 1667
14.	4000 Steinkohlenasche .	+ 665	+ 214	+ 879	— 563
15.	200 Salmiak und 200 Kochsalz	+ 2742	+ 641	+ 3383	+ 2304
16.	200 Kochsalz	+ 725	+ 434	+ 1159	+ 447
17.	200 Salmiak und 500 gebrannter Gips . . .	+ 1949	— 19	+ 1930	+ 1534
18.	500 gebrannter Gips . .	— 238	+ 101	— 137	— 415
19.	200 Salmiak und 500 geschlämmte Kreide . .	+ 1422	— 203	+ 1219	+ 1440
20.	500 geschlämmte Kreide .	— 201	— 23	— 224	— 332
21.	300 gelöschter Kalk . .	+ 159	+ 167	+ 326	— 169
22.	200 Chilisalpeter und 300 gelöschter Kalk . . .	+ 1912	+ 24	+ 1936	+ 1064
23.	200 Chilisalpeter . . .	+ 1652	+ 147	+ 1799	+ 1004

Aus den in vorstehender Tabelle zusammengestellten Zahlenverhältnissen lassen sich verschiedene Folgerungen ziehen: Salmiak hat während zwei

Jahre beständig die Ausbeute vermehrt; im Jahr 1845 stand diese Zunahme für die Heuernte, mit den nicht gedüngten Theilen verglichen, in dem Verhältniß wie 136:100; noch ist bemerkenswerth, daß die Zunahme sich nur auf das Heu erstreckt und daß sich der Grummetertrag um 20 Proc. vermindert hatte. Im Jahre 1846 verhielt sich die reichlichere Ausbeute durch den Salmiak wie 158:100. — Die Mischung von Salmiak mit kohlensaurem Natron, phosphorsaurem Natron, phosphorsaurem Kalk, Tabaks- oder Steinkohlenasche gab im Jahre 1845 für alle Versuche eine mehr oder minder große Vermehrung der gesammten Ernten. Aber alle diese Substanzen, mit Ausnahme der Steinkohlen- und Tabaksasche, und hauptsächlich des phosphorsauren Natrons, bewirkten eine Abnahme der Grummeternte; diese Abnahme ist jedoch schwach und geringer als diejenige, die wir auf Parzellen bemerken, welche nur Salmiak erhalten hatten. Auflösliches kieselsaures Kali gab weder im Jahre 1845 noch 1846 günstige Resultate, wenn es allein oder mit Ammoniaksalz verbunden angewendet wurde. Das kohlensaure Natron hatte im Jahre 1845 eine Zunahme der Ernte, die allerdings nicht bedeutend war, bewirkt. Im Jahre 1845 übten phosphorsaures Natron und phosphorsaurer Kalk allein oder mit Salmiak verbunden, auf die Vegetation des Grases einen vortheilhaften, sehr bemerklichen Einfluß aus. Bei der großen Trockenheit im Jahre 1846 fand keine Einwirkung statt; phosphorsaures Natron gab sogar eine geringere Ausbeute. In demselben Jahre verminderten mehrere andere mineralischen Substanzen merklich die Ernte, anstatt sie zu vermehren; dergleichen Substanzen waren kohlensaures Natron, gelöschter Kalk, gebrannter Gips und Kreide. Die beiden letzteren Stoffe hatten auch im Jahre 1845 negative Resultate gegeben. Beträchtliche Differenzen wurden besonders bei der Einwirkung von Steinkohlen- und Tabaksasche in den Jahren 1845 und 1846 bemerkt. Das erste Jahr, unter dem Einfluß einer fast beständigen Feuchtigkeit, entwickelten diese Substanzen eine üppige Vegetation und die günstige Einwirkung dauerte bis zur Grummeternte; im Jahre 1846, bei fortwährend trockenem Wetter, waren die mit Tabaksasche gedüngten Parzellen nicht fruchtbarer, als die nicht gedüngten und bei Anwendung der Steinkohlenasche fand eine Verminderung der Ausbeute statt. Kochsalz, mit Salmiak verbunden, bewirkte im Jahre 1845 eine Zunahme der Heuernte, die größer war als bei fast allen übrigen Salzsubstanzen; vorzüglich aber hatte die Ausbeute an Grummet zugenommen, seine Einwirkung war also nachhaltiger gewesen. Kochsalz, für sich allein angewendet, gab auch deutliche Resultate, obgleich die Menge des auf das Land gestreuten Salzes nicht mehr als 200 Kil. auf ein Hectare betrug. Im Jahre 1846 gab bei der allgemeinen Trockenheit, Kochsalz, wie alle anderen dem Versuche unterworfenen mi-

neralischen Salze, ein unentschiedenes Resultat. Bei einer Ernte von 5823 Kil. Heu mißrieth das Grummet gänzlich; das Kochsalz bewirkte im Mittel nur einen Mehrertrag von 350 Kil., gleichviel ob es mit Ammoniaksalz verbunden, oder allein als Düngmittel angewendet wurde; im J. 1845 vermehrte dieselbe Menge Kochsalz die Heuernte um 725 Kil. und die Totalernte des Jahres um 1159 Kil. Das Schlußresultat aller bisher ausgeführten Versuche ist, daß die stickstoffhaltigen Verbindungen (Ammoniak- und salpetersaure Salze) eine weit auffallendere Wirkung auf die Vegetation sowohl bei vorherrschend trockener als bei feuchter Witterung ausüben, als die verschiedenen Mineralsalze, daß aber auch die letzteren, namentlich in nassen Jahren, je nach ihrer Natur in sehr verschiedenem Grade, aber dennoch deutlich die Ernteergebnisse vermehren, daß sie aber mit den Stickstoffverbindungen gemischt über den zu düngenden Boden ausgestreut, keine andere Wirkung hervorbringen, als die Summe der Einflüsse von beiderlei Stoffen, wenn jeder für sich allein auf eine bestimmte Parzelle wäre aufgebracht worden. Andere, im Großen ausgeführte Versuche ähnlicher Art, welche mehr praktische Gesichtspunkte darbieten, werden erst später Erwähnung finden.

Die Beobachtungen, welche hinsichtlich der Einwirkung von stickstofffreien, organischen Substanzen auf die Entwickelung der Pflanzen vorliegen, sind nur gering an Zahl; sie scheinen jedoch den Indifferentismus jener Stoffe nachzuweisen. Wir verdanken dieselben wiederum der Thätigkeit Kuhlmann's. Die Resultate der mit Rüböl, Stärke und Melasse angestellten Versuche findet man in der nachstehenden Tabelle angeführt:

Nr.	Art des angewendeten Düngers.	Quantität auf 1 Hect.	Erhaltene Ernte im Jahre 1844			Ausbeute im Jahre 1845 ohne Hinzufügung neuen Düngers		
			an Heu.	an Grummet.	im Ganzen.	an Heu.	an Grummet.	im Ganzen.
		Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
1.	Kein Dünger	—	2427	1393	3820	2779	1707	44[illegible]
2.	Rüböl	600	— 34	— 393	— 427	+ 64	— 49	+ [illegible]
3.	Rüböl	300	+ 260	+ 37	+ 223	+ 114	+ 210	+ [illegible]
4.	Stärkemehl	800	— 160	— 193	— 33	— 172	— 41	— 213
5.	Melasse (Sirup)	800	— 94	— 279	— 373	— 259	— 117	— 376
6.	Rüböl	800	—	—	—	— 125	+ 204	+ 79
7.	Steinkohlentheer	800	—	—	—	— 101	+ 107	+ 6

Rüböl gab weder 1844 noch 1845 bemerkbare Resultate; die unbedeutenden Differenzen, welche man bemerkt, wenn man die Ernten der mit Oel gedüngten Parzellen mit den von den ungedüngten Abtheilungen erhaltenen vergleicht, sind nicht beträchtlicher als die, welche zwei verschiedene ungedüngte

Flächen darboten. Stärke und Zucker haben die Vegetation auf keine Weise befördert, Zucker scheint eher nachtheilig eingewirkt zu haben, was wohl in seiner leichten Umwandlung in saure Produkte seinen Grund haben mag. Der Steinkohlentheer, ungeachtet er stets Stickstoff chemisch gebunden enthält, hat dennoch die Ernteergebnisse ganz unverändert gelassen, wodurch bewiesen wird, daß der Stickstoff in einem zu fest gebundenen Zustande in diesem Körper sich befindet, als daß er unter den gewöhnlichen Boden- und atmosphärischen Verhältnissen, wenigstens im ersten Jahre, von der Pflanze aufgenommen und verarbeitet werden könnte. Ebenso verhält sich die Steinkohle selbst, welche trotz ihres Stickstoffgehaltes, keine düngende und fruchtbarmachende Kraft besitzt.

Seit einigen Jahren habe ich sehr zahlreiche Vegetationsversuche ausgeführt, um die Wirkung gewisser einfacher oder zusammengesetzter Düngmittel unter verschiedenen Bodenverhältnissen und auf verschiedene Kulturpflanzen näher festzustellen. Meine Beobachtungen sollten zunächst darüber Aufklärung geben, in welchen Mengenverhältnissen die einzelnen in Wasser löslichen Salze dem Versuchsboden beigemischt werden könnten, ohne daß wegen eines zu großen Ueberschusses eine Störung der Vegetation zu erwarten war. Der Boden war einer neu umgebrochenen Wiese entnommen worden, von vorzüglicher Güte und Fruchtbarkeit, welcher daher fast alle pflanzenernährenden Stoffe schon in reichlicher Masse enthielt und nur, wie sich durch spätere Vegetationsversuche herausstellte, an auflöslicher Phosphorsäure Mangel litt. Die mechanische und chemische Analyse des Bodens ergab:

Mechanische Analyse.	
Steinchen	3,67 Prc.
Gröberer Sand	2,93 „
Feiner Sand	38,64 „
Feinster Sand	27,42 „
Thonige Substanz	27,23 „
	99,89 Prc.
Wasserhaltende Kraft	= 44,2 „

Chemische Analyse.	
Organische Stoffe	3,96 Prc.
Sand, Kieselsäure und Thon	87,78 „
Kohlensaurer Kalk	0,98 „
Magnesia	0,27 „
Kohlensaures Kali	0,55 „
Eisenoxyd	3,41 „
Thonerde	3,17 „
Phosphorsäure	0,18 „
Natron, Chlor, Schwefelsäure	Spuren
	100,30 Prc.

Jeder Versuch wurde mit 700 Grm. Erde in passenden Gefäßen angestellt. Die folgenden Zahlen bezeichnen die Mengen von jedem Salze, in Procenten des Erdreiches ausgedrückt, wodurch das Keimen der Samen völlig gehindert oder das baldige Verkümmern und Absterben der jungen Pflanzen bewirkt oder endlich die Vegetation doch deutlich verlangsamt wurde.

	Gerstenpflanze.			Wickenpflanze.		
	Zerstörung d. Keimkraft.	Absterben der jungen Pflanzen.	Verlangsamung der Vegetation.	Zerstörung d. Keimkraft.	Absterben der jungen Pflanzen.	Verlangsamung der Vegetation.
Salmiak	0,7	0,3	0,2	0,7	0,3	0,1
Schwefelsaures Ammoniak .	1,3	0,4	0,2	1,3	0,6	0,4
Kohlensaures Ammoniak . .	0,8	0,3	0,1	0,8	0,4	0,2
Salpetersaures Ammoniak .	1,0	0,5	0,4	0,5	0,5	0,2
Weinsteinsaures Ammoniak .	1,8	0,5	0,4	1,0	0,5	0,4
Salpetersaure Magnesia . .	0,8	0,4	0,3	0,8	0,4	0,2
Salpetersaurer Kalk . . .	0,7	0,6	0,3	0,7	0,4	0,3
Salpetersaures Natron . .	1,1	0,7	0,4	1,1	0,5	0,2
Salpetersaures Kali . . .	1,3	1,0	0,6	1,3	0,6	0,4
Phosphorsaures Natron . .	1,8	0,8	0,4	1,8	0,8	0,4
Phosphorsaures Kali . . .	2,5	2,0	1,5	2,5	1,9	1,5
Chlornatrium	0,7	0,6	0,4	0,7	0,5	0,2
Kohlensaures Natron . . .	1,5	1,7	0,4	0,7	0,7	0,3
Chlorkalium	0,8	0,7	0,4	0,7	0,6	0,4
Kohlensaures Kali . . .	1,1	1,0	0,7	1,1	0,8	0,7
Schwefelsaures Kali . . .	—	2,0	0,8	—	2,0	1,0
Weinsteinsaures Kali . . .	5,0	4,0	0,8	5,0	4,0	2,0
Chlorcalcium	1,2	0,5	0,3	1,2	0,3	0,2
Chlormagnesium	0,7	0,7	0,4	0,7	0,4	0,3
Schwefelsaure Magnesia . .	3,0	1,5	1,3	3,0	1,5	1,3

Aus dieser Uebersicht ersieht man, daß die Gerste im Ganzen mehr (um 0,1 bis 0,2 Prc.) an auflöslichen Mineralsubstanzen vertragen kann, ohne in ihrer Vegetation gestört zu werden, als die Wickenpflanze, wie namentlich bei Anwendung der salpetersauren Verbindungen, des Chlorcalcium, Chlornatrium und anderer Salze sich herausstellte. An schwefelsauren und phosphorsauren Salzen können bei der Kultur beider Pflanzen die relativ größten Mengen dem Boden ohne Nachtheil beigemischt werden; ebenso liegt die Gränze der Vegetation oder der Anfang von deren Verlangsamung für die Kalisalze bei beiden Pflanzen ungleich höher als für die Natronsalze; die letzteren wirken auf die Wickenpflanze leichter nachtheilig als auf die Gerstenpflanze. Die Gerste gedeiht noch unter den in diesen Versuchen vorhandenen Verhältnissen, wenn dem Boden an Ammoniaksalzen bis 0,15 Prc., an salpetersauren Salzen bis 0,3 beigemischt wird; an auflöslichen Natronsalzen kann der Gehalt des Bodens im Ganzen ohne Nachtheil bis 0,4 Prc., an Kalisalzen über 0,5, an schwefelsaurem und phosphorsaurem Kali, wie an schwefelsaurer Magnesia sogar bis zu 1 Prc. und darüber gesteigert werden. Es braucht kaum erwähnt zu werden, daß bei Versuchen im Großen, auf dem Felde oder der Wiese, eine Störung der Vegetation weit früher eintreten wird,

weil man die Mischung des Bodens mit den Salzen nicht so innig und vollständig bewirken kann, wie bei Versuchen im Kleinen.

In den Jahren 1852 bis 1854 wurden Versuche in der Weise angestellt, daß zu dem beschriebenen Boden, sowohl im unveränderten wie im ausgeglühten Zustande, kleine Mengen verschiedener Düngstoffe beigemischt und deren Wirkung bei der Kultur des Hafers (1852) und die Nachwirkung bei der Kultur des Rothklee's (1853 und 1854) beobachtet wurde. Die Menge der angewendeten Düngmittel war so gering, daß dieselbe durchaus keine nachtheilige Wirkung ausüben konnte; sie betrug nämlich auf 700 Grm. Boden bei dem Salmiak 0,35 Grm., also nur 0,050 Prc. des Erdreiches. Von den anderen stickstoffhaltigen Körpern würde ein dem Salmiak entsprechendes Aequivalent (worin c. 0,090 Grm. Stickstoff) angewendet; an Kochsalz mischte man in den betreffenden Gefäßen 0,50 Grm. dem Boden bei und in den anderen Versuchen von dem in der folgenden Tabelle genannten Salze eine entsprechende Menge. Die völlig wasserfreien Ernteerträge waren im Mittel aus mehreren Versuchen:

Art der Düngung.	Geglühter Boden. Zahl d. Versuche.	1852. Hafer. Grm.	1853 u. 54. Klee. Grm.	Summe. Grm.	Unveränderter Boden. Zahl d. Versuche.	1852. Hafer. Grm.	1853 u. 54. Klee. Grm.	Summe. Grm.
Keine Düngung . . .	5	0,597	1,495	2,092	3	2,199	2,312	4,511
Salmiak	5	1,450	2,180	3,630	3	2,426	2,041	4,467
Kohlensaures Ammoniak .	5	1,937	2,192	4,129	3	2,568	2,448	5,016
Schwefelsaures Ammoniak	5	1,730	2,416	4,146	3	2,610	2,830	5,440
Phosphorsaures Ammoniak	5	2,088	3,824	5,912	3	2,690	2,405	5,095
Salpetersaures Ammoniak	5	1,586	2,157	3,743	3	2,294	2,499	4,793
Salpetersaures Natron .	5	1,796	1,990	3,786	3	2,327	2,270	4,597
Salpetersaures Kali . .	5	1,700	1,915	3,615	3	2,422	2,476	4,898
Ammoniak- oder salpetersaure Salze	7	1,692	2,237	3,929	7	2,533	2,340	4,873
do. u. Chlornatrium .	7	1,870	2,033	3,903	7	2,476	2,386	4,862
do. u. kohlens. Natron	7	1,680	3,214	4,894	7	2,419	2,624	5,043
do. u. Chlorkalium .	7	1,485	1,965	3,450				
do. u. kohlens. Kali .	7	2,069	2,394	4,463				
Phosphorsaure Salze und Ammoniak	3	3,319	5,647	8,966	3	2,826	3,276	6,102
Kalksalze und Ammoniak .	2	2,385	4,570	6,955				
Guano, peruanischer . .	1	2,336	4,404	6,740	1	2,949	2,705	5,654
Knochenmehl	4	2,046	3,430	5,476	4	2,225	2,805	5,030
Rapskuchen	2	1,962	3,702	5,664	2	2,348	2,621	4,969
do. und schwefelsaure Knochen	1	3,230	4,589	7,819	1	2,748	2,860	5,608

Die Wirkung der verschiedenen Düngstoffe ist fast überall sehr deutlich ausgesprochen, obgleich dieselbe aus leicht begreiflichen Gründen in der hu-

mosen, fruchtbaren Erde nicht so auffallend sein konnte, wie in der ausge-glühten und also stickstofffreien Erde:

1. Von allen Düngerbestandtheilen hat der chemisch gebundene Stickstoff und außerdem die Phosphorsäure entschieden am günstigsten gewirkt, die erstere am auffallendsten bei dem Hafer, die letztere noch günstiger bei dem Klee.

2. Die größten Erträge haben überall dann sich ergeben, wenn Stick-stoff- und phosphorsaure Verbindungen gleichzeitig zur Anwendung kamen, einerlei ob diese als mineralische Salze oder in organischer Verbindung, z. B. im Guano, Knochenmehl, Rapskuchenpulver ꝛc. angewendet wurden.

3. Auch von den kohlensauren Alkalien und dem Kalke ist ein günstiger Erfolg erzielt worden, jedoch ist zu beachten, daß derselbe bei weitem nicht so deutlich ausgesprochen ist, wie bei dem Stickstoff und der Phosphorsäure.

4. Die Chloralkalien haben sich ganz indifferent verhalten und selbst der Salmiak scheint verhältnißmäßig nicht so günstig, wie die übrigen Am-moniaksalze zu wirken.

Der zu den obigen Versuchen benutzte Boden enthielt offenbar alle Nah-rungsstoffe in reichlicher Menge, mit Ausnahme der Phosphorsäure und zum Theil des assimilirbaren Stickstoffes. Bei dem seit längerer Zeit als Acker in Kultur befindlichen Boden bemerkt man sehr häufig ein etwas anderes Ver-halten; es ist nämlich an Phosphorsäure eine ausreichende Menge zugegen, aber an passenden Stickstoffverbindungen ein weit größerer Mangel, als in den obigen Versuchen mit dem unveränderten Boden sich herausstellte. Von solcher Art ist z. B. der Hohenheimer Ackerboden, welcher im Jahre 1855 von mir zu einigen ähnlichen Versuchen benutzt wurde. Zu jedem Versuche dien-ten 700 Grm. Erde.

Versuche mit Hafer.

Art der Düngung.	Menge d. Düngers.	Geglühter Boden. Ernteerträge. Frisch.	Trocken.		Unveränderter Boden. Ernteerträge. Frisch.	Trocken.	
	Grm.	Grm.	Grm.	Prc.	Grm.	Grm.	Prc.
Keine Düngung	—	3,91	0,990 =	25,3	2,59	0,799 =	30,[illegible]
Kohlensaures Kali . . .	0,6	10,06	2,038 =	20,2	3,74	1,119 =	29,[illegible]
Salmiak	0,3	20,40	5,057 =	24,8	8,47	2,486 =	29,[illegible]
Phosphorsaures Ammoniak .	0,3	18,81	4,589 =	24,2	6,49	2,011 =	30,[illegible]

Versuche mit Klee.

Art der Düngung.	Menge d. Düngers.	Frisch.	Trocken.	Prc.
Keine Düngung	—	6,68	1,313 =	19,7
Kohlensaures Kali	0,6	8,47	1,531 =	18,1
Salmiak	0,3	13,10	2,538 =	19,4
Phosphorsaures Ammoniak .	0,3	13,41	2,585 =	19,3

Bei diesen Versuchen ist die Wirkung des Ammoniaks auch in dem ungeglühten Boden eine sehr auffallende gewesen; das phosphorsaure Ammoniak hat nur durch seinen Stickstoffgehalt die Ernteerträge des Hafers erhöht; das kohlensaure Kali hat allerdings eine deutlich günstige Wirkung geäußert, aber eine ungleich geringere als die Ammoniaksalze, obgleich von dem ersteren eine doppelt so große Menge angewendet wurde. Endlich mache ich schon hier darauf aufmerksam, daß die Stickstoffverbindungen das Wachsthum des Klees bei weitem nicht so auffallend gefördert haben, wie das des Hafers; dagegen hat auch die Phosphorsäure auf den Klee noch günstig eingewirkt in einem Boden, worin dieser Körper gegen den Hafer sich völlig indifferent verhielt.

Es sind jetzt die nöthigen Vorlagen gegeben zur Entwickelung einer allmeinen

Theorie des Düngers.

1. **Der wichtigste Bestandtheil aller Düngmittel ist der Stickstoff.** Diese Thatsache ergiebt sich so entschieden und klar aus allen bisherigen Beobachtungen und Untersuchungen, daß dieselbe gegenwärtig wohl nicht dem geringsten Zweifel mehr unterworfen sein kann; wenn auch einzelne Fälle Ausnahmen von dieser allgemeinen Regel zu bilden scheinen und wirklich bilden, so sind dies eben nur Ausnahmen, welche gewöhnlich leicht in lokalen Boden-, Witterungs- oder klimatischen Verhältnissen ihre Erklärung finden und deswegen auf keinerlei Weise die Regel selbst umzustoßen vermögen. Die hohe Bedeutung, welche man dem Stickstoff als dem wichtigsten Bestandtheile des Düngers beilegen muß, ist in folgenden Ursachen begründet:

a. Von allen Kulturpflanzen sind die Cerealien oder Halmfrüchte entschieden die wichtigsten; der letzte und Hauptzweck des Ackerbaues ist immer: auf möglichst billige Weise reichliche Ernten von Getreidekörnern zu erzielen. Die Halmfrüchte sind aber gerade diejenigen Gewächse, welche eine vorzugsweise große Menge von löslichen Stickstoffverbindungen im Boden verlanlangen, so daß man nothwendig, wenn man reichliche Körnerernten erzielen will, dafür Sorge tragen muß, daß die Menge des Stickstoffes im Boden auf irgend eine Weise vermehrt oder der schon vorhandene in einen löslichen Zustand übergeführt werde.

b. Die Zufuhr von Stickstoff ist um so nöthiger, **je kälter das Klima ist**, unter welchem der Ackerbau betrieben wird; in den heißen Ländern, schon in Spanien, Italien, Griechenland rc. ist häufig in der Atmosphäre so viel Stickstoffnahrung verbreitet, daß die Pflanzen dieselbe entweder direkt aus der Atmosphäre in hinreichender Menge aufnehmen können, oder nachdem der Boden jene Stickstoffnahrung absorbirt und in weniger flüchtige

Verbindungen übergeführt hat. In der gemäßigten und kälteren Zone, in rauhen Gebirgsgegenden, namentlich wenn sie starken Winden ausgesetzt sind, in solchen Gegenden sind reiche Getreideernten nur mit Hülfe beträchtlicher Mengen von passenden Stickstoffverbindungen zu erzielen.

c. Der Stickstoff ist gerade derjenige Körper, welcher von allen wichtigen Düngerbestandtheilen am leichtesten *für eine bestimmte Wirthschaft verloren geht.* Schon bei der Ernährung der Thiere mit den auf einem Gute erzeugten Futtermitteln, verflüchtigt sich ein merklicher Theil des Stickstoffes in der Form von Ammoniak; in einem ungleich höheren Grade ist dieses aber der Fall, wenn der Dünger längere Zeit hindurch angesammelt wird und also auf der Düngerstätte liegen bleibt; werden hierbei nicht alle Vorsichtsmaßregeln angewendet, namentlich die flüssige Jauche nicht sorgfältig zurückgehalten, so kann leicht über die Hälfte des ursprünglichen Stickstoffgehaltes aus dem Dünger entfernt werden. Auch auf dem Felde, aus dem Boden verflüchtigt sich häufig das Ammoniak oder wird durch Regen- und Schneewasser theilweise ausgewaschen.

d. Eine weitere wichtige Ursache, weshalb in unserem Klima stets aufs Neue passende Stickstoffverbindungen dem Boden zugeführt werden müssen, ist darin zu suchen, daß namentlich das Ammoniak im Boden leicht eine zu *feste Verbindung* theils mit dem Thon, theils mit organischen Stoffen eingeht, wodurch es gehindert wird, *hinreichend schnell* von der Pflanze in jeder Periode ihrer Vegetation aufgenommen zu werden, wie es nothwendig ist, wenn eine reichliche Ernte erzielt werden soll. Die zu feste Bindung des Stickstoffes im Boden ist zum großen Theil auch die Ursache, weshalb die Ammoniaksalze und andere leicht lösliche Stickstoffverbindungen eine schnell vorübergehende, meist nur einjährige Wirkung äußern, selbst wenn sie in sehr großer Quantität über den Acker oder die Wiese ausgestreut werden.

e. Auch wird direkt aus jeder Wirthschaft jährlich eine beträchtliche Menge von chemisch gebundenem Stickstoff in der Form von Körnern, Milch und Schlachtvieh entfernt, während andere Düngerbestandtheile fast vollständig mit dem Dünger wieder auf das Feld zurückkehren, welchem sie durch die Ernten entzogen wurden.

f. Die Gegenwart von löslichen Ammoniaksalzen im Boden ist um so wichtiger, als diese Verbindungen nicht allein als *direkte Nahrungsstoffe* der Pflanzen wirken, sondern zu gleicher Zeit auch als *Lösungsmittel* gegen andere wichtige Pflanzennahrungsstoffe, namentlich gegen den phosphorsauren Kalk sich verhalten, worauf Liebig zuerst aufmerksam gemacht hat. Bei einigen Pflanzen, welche die Stickstoffnahrung fast ausschließlich der Atmosphäre entziehen, ist die zuletzt angedeutete Eigenschaft der Ammoniak-

salze vielleicht von größerer Bedeutung, als das direkte Ernährungsvermögen dieser Stickstoffverbindungen.

Bei der Beurtheilung des Werthes eines Düngmittels nach seinem Stickstoffgehalt ist aber auch der Zustand zu berücksichtigen, in welchem der Stickstoff zugegen ist, ob dieser nämlich sehr fest oder sehr lose oder gerade auf solche Art gebunden ist, wie er der Erfahrung zufolge, ganz besonders geeignet erscheint, die Vegetation zu unterstützen. Wenn der Stickstoff zu lose gebunden ist, so geht der größte Theil desselben unbenutzt verloren; dieses beweist das Verhalten der reinen Ammoniaksalze und der salpetersauren Salze, aus welchen bei den ersteren in den oben beschriebenen Versuchen zwei Fünftel und bei den letzteren ein Drittel des Stickstoffes nicht von der Pflanze aufgenommen wurde; in den salpetersauren Salzen ist der Stickstoff etwas beständiger als in den Ammoniaksalzen. Das kohlensaure Ammoniak wird als das flüchtigste Salz auch am schnellsten aus der Sphäre der sich entwickelnden Pflanze heraustreten und daher die direkte Anwendung der gefaulten Mistjauche, in welcher der ganze Stickstoff in der Form von Ammoniak zugegen ist, nur dann einen wirklich lohnenden Erfolg haben, wenn dieser kräftig wirkende Düngstoff im hinreichend verdünnten Zustande und bei feuchter Witterung mit der schon etwas entwickelten und den Boden mit einer grünen Blätterdecke überziehenden Pflanze in Berührung gebracht wird; in diesem Falle wird das kohlensaure Ammoniak durch die Feuchtigkeit des Bodens zurückgehalten, schnell und begierig von der grünen Pflanze aufgesogen und ist daher, wenn nach einigen Tagen der Boden wiederum austrocknet, schon aus der Ackerkrume in die Pflanze selbst übergegangen und hier in einen mehr gebundenen Zustand versetzt worden. Bei trockner Witterung würde sehr bald namentlich aus einem sandigen, nicht sehr humus- und lehmhaltigen Boden, das kohlensaure Ammoniak wenigstens zum Theile sich verflüchtigen und unter die Bestandtheile der Atmosphäre sich mischen. Der Stalldünger verwandelt ebenfalls nach und nach die ganze Menge des in ihm enthaltenen Stickstoffes in Ammoniak; die Bildung dieses nothwendigen Nahrungsstoffes der Pflanze findet aber in dem Stalldünger so langsam statt, daß das aus demselben bei gewöhnlich üblicher Düngung freigewordene Ammoniak oft nur ausreicht, um auf einer bestimmten Bodenfläche eine nach den bisherigen Erfahrungen der Praxis gute Ernte zu liefern, keineswegs die größtmögliche Quantität organischer Masse zu erzeugen. Die Beschleunigung oder Vermehrung der Ammoniakbildung ist allerdings durch Aufbringung größerer Quantitäten kräftigen Stalldüngers zu erzielen, aber es ist die Frage, ob unter allen Umständen die letztere Methode vor der Zuführung eines stickstoffreichen, gleichsam concentrirten Bei- oder Nebendüngers den Vorzug verdient,

eine Frage, welche ich in einem anderen Abschnitte dieser Ausarbeitung zu lösen versuchen will.

2. Ehe ich in der hier entwickelten Theorie des Düngers von der Erörterung der hohen Bedeutung des in demselben enthaltenen Stickstoffs für die Vermehrung der Erträge zu der Betrachtung des Verhaltens der übrigen Bestandtheile übergehe, benutze ich die Gelegenheit, noch einige Bemerkungen über die Wirkungsart der salpetersauren Salze und der Ammoniakverbindungen beizufügen, welche Bemerkungen ebenfalls der Theorie des Düngers im Allgemeinen angehören. Die salpetersauren Salze können in den Boden gelangen entweder in Folge direkter Zuführung durch die Menschen Hand, oder sie sammeln sich in der Ackerkrume an als Produkt gewisser in der Natur auftretender Prozesse. Der letzteren Quellen der Salpetersäure giebt es nämlich zwei; die eine habe ich schon früher angedeutet, es ist die Erzeugung der Salpetersäure durch direktes Zusammentreten des atmosphärischen Stickstoff- und Sauerstoffgases bei Entladungen der Luftelektricität, also an Gewittertagen; die erzeugte Salpetersäure verbindet sich mit dem gleichfalls stets in der Atmosphäre verbreiteten Ammoniak zu salpetersaurem Ammoniak und wird als solches vom Regen aufgelöst dem Erdboden zugeführt. Die Menge der auf die erwähnte Weise jährlich gebildeten Salpetersäure ist auch in der gemäßigten Zone nicht unbedeutend, wie neuere Beobachtungen beweisen; viel größer aber ist die unter heißen Klimaten in der Atmosphäre gebildete Menge der Salpetersäure. Eine vielleicht noch wichtigere Quelle für die Salpetersäure scheint deren Bildung im Boden zu sein, welche unter den geeigneten Umständen stattfinden mag. Es ist durch zahlreiche Versuche bewiesen, daß das Ammoniak durch den Sauerstoff der Atmosphäre bei Gegenwart von stark basischen Stoffen zu Salpetersäure oxydirt werden kann; dieses ist namentlich dann der Fall, wenn Sauerstoff und Ammoniak im statu nascendi, d. h. in dem Augenblicke, wo sie aus vorher bestehenden Verbindungen sich ausscheiden, mit einander in Berührung treten; ebenso auch, wenn nur der eine von beiden genannten Körpern im statu nascendi mit dem anderen schon vorher im freien Zustande vorhandenen zusammentrifft, immer vorausgesetzt, daß Feuchtigkeit, eine hinreichend hohe Temperatur und basische Substanzen zugegen sind. Ferner ist bewiesen, daß der Salpetersäurebildung im Boden die Ammoniakbildung vorangehen muß; an den Kalkwänden der Ställe, Abtritte, in alten Schutthaufen bemerkt man häufig das Herauswittern von salpetersauren Salzen, in den sogenannten Salpeterplantagen sind feuchte, faulende thierische Substanzen mit Kalk, Asche ꝛc. aufgeschichtet, einem geregelten Zutritt der Atmosphäre ausgesetzt, so daß in dem Augenblicke, wo durch den Fäul-

nißprozeß der Stickstoff der organischen Substanz die Form von Ammoniak annimmt, der atmosphärische Sauerstoff auf das letztere einwirkt, seine Bestandtheile (Stickstoff und Wasserstoff) in Salpetersäure und Wasser verwandelt, welche neu gebildete Körper unter einander sich vereinigen, sofort aber nach ihrem Zusammentreten durch die gleichfalls vorhandene basische Substanz zu der Bildung eines salpetersauren Salzes Veranlassung geben. Derselbe Prozeß, welcher in den Salpeterplantagen stattfindet, muß unter ähnlichen Umständen auch in der Ackerkrume thätig sein. Namentlich in den tieferen, von der Luft mehr ausgeschlossenen Schichten faulen die stickstoffhaltigen organischen Humussubstanzen, es wird Ammoniak erzeugt; dieses bringt in Folge seiner Auflöslichkeit in Wasser auch in die oberen Schichten der Ackerkrume, hier trifft es mit dem Sauerstoff der Atmosphäre zusammen und oxydirt sich auf Kosten desselben zu Salpetersäure, deren Bildung durch die fast immer vorhandenen basischen Substanzen begünstigt und bedingt wird. Der angedeutete, der Entwicklung der Vegetation sehr günstige Prozeß ist aber zum größeren Theile auf die heißeren Zonen der Erde beschränkt, wo der Mensch durch die glühende Hitze der Sonne gehindert wird, mit derselben Anstrengung und Ausdauer den Boden zu bearbeiten, wie dies dem Bewohner der gemäßigten und kälteren Zonen möglich ist. Es ist bekannt, daß die Salpeterbildung in den Ländern der gemäßigten Zone weit langsamer und weniger energisch von Statten geht, als unter der Einwirkung eines heißeren Klimas; schon seit längerer Zeit hat man diesem Verhalten zum Theil die Ursache der den heißeren Landstrichen eigenthümlichen, oft wunderbar üppigen Vegetation zugeschrieben und mit demselben Prozesse scheint auch die fast unerschöpfliche Fruchtbarkeit einzelner dem Einfluß der tropischen Sonne ausgesetzter Ländereien in Verbindung zu stehen. Man muß nämlich annehmen, daß in solchen Fällen alle Umstände zusammentreten, um die Salpeterbildung zu begünstigen, daß in dem Boden stickstoffhaltige Stoffe, kohlensaure Alkalien und Erden in den geeigneten Mengenverhältnissen zugegen sind; dann aber auch, daß durch besondere Bodenbeschaffenheit die Möglichkeit gegeben ist, den durch die fortgenommenen Ernten entzogenen Stickstoff wieder aus anderer Quelle zu ersetzen, als durch den Dünger, welcher thatsächlich nicht durch des Menschen Hand zugeführt wird. Diese Quelle ist die Luft, in welcher unter dem heißen Klima, wie schon erwähnt wurde, theils aus ihren eigenen Bestandtheilen Salpetersäure sich fast fortwährend erzeugt, theils auch eine ungleich größere Menge Ammoniak sich ansammeln muß, als in der die kälteren Landstriche bedeckenden Atmosphäre, weil dort bei der größeren Hitze auch der Fäulniß- und Verwesungsprozeß weit rascher von Statten geht. In eben jenen Gegenden ist während der

Nacht die Thaubildung weit stärker als bei uns und mit diesem Feuchtigkeitsniederschlage muß der größte Theil des in der Luft verbreiteten Ammoniaks in Wasser aufgelöst wieder mit dem Boden in Berührung gebracht werden. Wenn nun der Boden steinig, trocken und mager ist, so wird mit der wiederkehrenden Hitze des Tages fast die ganze Menge des aufgenommenen kohlensauren Ammoniaks wiederum sich verflüchtigen; und wenn er zäh, kalt und undurchlassend ist, so wird nur wenig Feuchtigkeit des Thaues tief in denselben eindringen und das Ammoniak ebenfalls mit dem Wasser sehr bald bei dem Austrocknen, wieder verdunsten. Ist der Boden aber porös, ohne zu lose zu sein, humusreich und tief, und zu gleicher Zeit reich an auflöslichen Alkalien, so sind alle Bedingungen einer schnellen Salpeterbildung gegeben: das Ammoniak wird dann von der porösen Masse absorbirt und zurückgehalten, und in derselben so stark condensirt, daß es hierdurch dieselbe Fähigkeit erhält, zu Salpetersäure oxydirt zu werden, wie dasjenige Ammoniak, welches in dem Augenblicke seiner Bildung aus einer stickstoffhaltigen Substanz mit dem atmosphärischen Sauerstoffe in Berührung tritt. Ist aber der Stickstoff des Ammoniaks einmal als Bestandtheil in die Zusammensetzung eines salpetersauren Salzes eingegangen, so sind Tageshitze und Austrocknen des Bodens keine Ursachen mehr zu seiner Verflüchtigung, er ist in dem Boden selbst fixirt worden, er sammelt sich in Folge desselben Prozesses in immer größerer Menge an und erhöht auf diese Weise die Fruchtbarkeit des Bodens ungemein.

Die oben mitgetheilten Beobachtungen über das Wachsthum verschiedener Kulturgewächse in einem ausgeglühten, also humusfreien Boden beweisen, daß die salpetersauren Salze als direkte Nahrungsmittel dienen können, vorausgesetzt, daß die basischen Bestandtheile derselben von solcher Art sind, wie sie gerade von der betreffenden Pflanze zu deren Gedeihen verlangt werden. Ist der vorhandene basische Körper nicht fähig, von der Pflanze aufgenommen und verarbeitet zu werden, so muß nothwendig erst eine Umsetzung des salpetersauren Salzes im Boden stattfinden, indem z. B. das zugeführte salpetersaure Natron in ein Kali-, Kalk- oder Ammoniaksalz verwandelt wird und als solches in den vegetabilischen Organismus übergeht. Sehr häufig aber und unter den bei uns vorherrschenden Boden- und klimatischen Verhältnissen wohl in der Regel, werden die salpetersauren Salze, welche dem Boden beigemischt worden sind, in dem letzteren eine noch weiter gehende Zersetzung erleiden, indem die Salpetersäure vollständig in Ammoniak umgewandelt wird. Man weiß aus Versuchen, die in den chemischen Laboratorien angestellt sind, daß stets, wenn der aus einer Verbindung austretende Wasserstoff mit Salpetersäure in Berührung tritt, die

letztere eine Umwandlung in Ammoniak erleidet, indem durch den sich entwickelnden Wasserstoff der Salpetersäure Sauerstoff entzogen wird, und zu gleicher Zeit der dadurch ausgeschiedene Stickstoff mit einem anderen Theile des Wasserstoffes zu Ammoniak sich verbindet; man weiß ferner, daß der Fäulnißprozeß eine stark reducirende Kraft besitzt, indem z. B. schwefelsaure Salze dadurch in Schwefelmetalle verwandelt werden, um wie viel mehr also muß nicht die so leicht zersetzbare Salpetersäure zerlegt werden können? Diese Zersetzung erfolgt wirklich auf die Weise, daß in den unteren, von dem Zutritt der Atmosphäre abgeschlossenen Schichten der Ackerkrume die vorhandenen organischen Humussubstanzen der fauligen Gährung unterliegen, bei welcher eine Entwicklung von Wasserstoff- oder Kohlenwasserstoffgas und oft auch von Schwefelwasserstoffgas stattfindet; diese Luftarten bewirken, daß aus den salpetersauren Salzen Ammoniak entsteht, welches mit der im Boden stets vorhandenen Kohlensäure sich vereinigt, und in der Feuchtigkeit des Bodens aufgelöst von den feinen Saugwurzeln der Pflanze aufgenommen wird, während zu gleicher Zeit die aus der Verbindung mit der Salpetersäure ausgeschiedene basische Substanz ebenfalls mit Kohlensäure zu einem kohlensauren Salze zusammentritt.

3. Wenn man Mistjauche mit Schwefel- oder Salzsäure sättigt, wenn man das in den Viehställen sich verflüchtigende kohlensaure Ammoniak mittelst Schwefelsäure auffängt und fixirt, und die so erhaltene Lösung, oder auch käuflichen Salmiak und schwefelsaures Ammoniak dem Boden zuführt, so giebt man dem letzteren unter günstigen Umständen die Fähigkeit, eine der Menge des in jenen düngenden Substanzen enthaltenen Ammoniaks entsprechende Quantität vegetabilischer Stoffe mehr zu erzeugen, als dieses sonst der Fall gewesen wäre. Die Form, in welcher das Ammoniak in die Pflanze übergeht, ist fast ausschließlich die Verbindung desselben mit Kohlensäure; die Verbindungen mit Schwefelsäure und Salzsäure können nicht direkt aufgenommen und im Organismus verarbeitet werden, denn man müßte in dem letzteren Falle eine dem Stickstoffgehalte entsprechende Menge von Schwefelsäure und Chlor in der Pflanze nachweisen können, da man doch wohl nicht annehmen kann, daß die einmal in den Organismus eingetretene Schwefelsäure oder das Chlor nach ihrer Trennung von dem Ammoniak, in ihrem freien Zustande wiederum durch die Wurzeln oder die Blätter ausgeschieden werden. Die Analyse der vegetabilischen Masse zeigt, daß nur sehr geringe Mengen von Chlor und Schwefelsäure in den Pflanzen enthalten sind, 100 Kil. Getreidegarben (Stroh und Körner) enthalten nach Boussingault im Durchschnitt etwa 800 Grm. Stickstoff, und hinterlassen beim Verbrennen

4225 Grm. Asche, in welcher man 42 Grm. Schwefelsäure und 22 Grm. Chlor findet. Man weiß ferner, daß in den Ammoniaksalzen

100 Theilen Stickstoff 283 Theile Schwefelsäure, und
100 " " 257 " Chlor

entsprechen.

Wenn nun die 800 Grm. Stickstoff der Pflanzen z. B. aus dem in Verbindung mit Schwefelsäure aufgenommenen Ammoniak herstammten, so müßte in derselben Quantität vegetabilischer Substanz die bedeutende Menge von 2264 (8×283) Grm. Schwefelsäure vorhanden sein, während in der Wirklichkeit nur 42 Grm. in derselben zugegen sind, und ebenso bei der Annahme, daß aller Stickstoff durch direkten Uebergang des Salmiaks in die Pflanze gelangt sei, müßten 2056 (8×257) Grm. Chlor anwesend sein, während man nur 22 Grm. gefunden hat. Auf den Wiesen verdoppelt sich oft die Heuernte in Folge des Aufbringens von Salmiak oder schwefelsaurem Ammoniak; man kann also von 100 Kil. des geernteten Heues 50 Kil. der Anwendung des Ammoniaksalzes zuschreiben. 100 Kil. Heu, worin 1500 Grm. Stickstoff enthalten sind, hinterlassen 6500 Grm. Asche. Wenn die Hälfte (750 Grm.) des Stickstoffes in der Form der genannten Ammoniaksalze in die Pflanzen gelangt wäre, so müßte die Asche enthalten:

2142 Grm. Schwefelsäure bei Anwendung von schwefelsaurem Ammoniak,
1928 " Chlor " " " " Salmiak.

Durch die chemische Analyse sind aber in der Asche des Heus nur 169 Grm. Schwefelsäure und 162 Grm. Chlor gefunden worden; und auch die Untersuchung der frischen, unverbrannten Pflanze ergiebt keinen größeren Gehalt an Schwefelsäure oder Chlor. Es bleibt also nur die Annahme übrig, daß das schwefelsaure und salzsaure Ammoniak vor seinem Uebergange in die Pflanze eine Umwandlung in kohlensaures Ammoniak erleidet, und es ist daher jetzt nachzuweisen, wodurch diese Umwandlung bewirkt wird.

Wenn man Gips, d. h. schwefelsauren Kalk mit vielem Wasser zu einer klaren Auflösung bringt und zu dieser Flüssigkeit eine Auflösung von kohlensaurem Ammoniak hinzusetzt, so bildet sich ein weißer, pulverförmiger Niederschlag, es scheidet sich in Wasser unlösliche kohlensaure Kalkerde aus und in der Flüssigkeit bleibt schwefelsaures Ammoniak aufgelöst zurück. Diese Zersetzung und Ausscheidung erfolgt nach dem allgemeinen chemischen Gesetze, daß, wo aus zwei Auflösungen eine neue unlösliche Verbindung in Folge der Gegenwart der dazu nöthigen Bestandtheile sich bilden kann, diese wirklich entsteht und aus der Berührung mit den übrigen in der Auflösung enthaltenen Stoffen austritt, auch wenn sonstige Verwandtschaftsverhältnisse

der einzelnen Körper der Bildung jener unlöslichen Verbindung entgegen treten. Es giebt ferner ein anderes chemisches Gesetz, welches lautet: Wenn zwei Verbindungen mit einander in Berührung treten und aus ihnen ein neuer gasförmiger oder sehr flüchtiger Körper sich erzeugen kann, so bildet sich dieser wirklich, wenn die erforderlichen äußeren Umstände vorhanden sind, auch wenn sonstige Verwandtschaftsverhältnisse der Elemente der Entstehung jener neuen Verbindung entgegenwirken. Dieses letztere chemische Gesetz findet auf den obigen Fall Anwendung. Wenn man nämlich schwefelsaures Ammoniak und fein gepulverte Kreide oder kohlensauren Kalk trocken mit einander mengt, so bemerkt man keine Spur von einer gegenseitigen Zersetzung; sobald man aber das Gemenge etwas anfeuchtet oder angefeuchteten Sand hinzumischt, so daß ein Gemenge von der Beschaffenheit einer lockeren, hinreichend feuchten Ackererde entsteht, so werden sich augenblicklich Dämpfe des flüchtigen kohlensauren Ammoniaks entwickeln, erkennbar an ihrer Einwirkung auf das geröthete Lackmuspapier und an ihrem Geruche; verdünnt man aber die Masse, so hört die Ammoniakentwicklung wieder auf. Das noch nicht verflüchtigte Ammoniak löst sich in der nun vorhandenen Flüssigkeit und wirkt auf den schon gebildeten schwefelsauren Kalk, um nach dem zuerst angedeuteten Gesetze kohlensauren Kalk und schwefelsaures Ammoniak wieder herzustellen. Wird endlich dieses wässerige Gemenge der Luft ausgesetzt, so liefert es in dem Grade, wie das Wasser verdunstet, von Neuem ammoniakalische Dämpfe, und dies dauert so lange fort, bis die Masse vollständig trocken geworden ist. Wenn man ein solches Gemenge angemessen feucht erhält, so wird bei einer Temperatur von 20° bis 26° in zwei bis drei Tagen der größte Theil des schwefelsauren Ammoniaks verschwinden, und eine entsprechende Menge von schwefelsaurem Kalk entstehen. Ganz ebenso wie das schwefelsaure Ammoniak verhalten sich auch andere Ammoniaksalze, z. B. Salmiak, phosphorsaures und oxalsaures Ammoniak, wenn sie unter gleichen Umständen der Berührung mit kohlensaurer Kalkerde ausgesetzt werden. Da die fruchtbare Ackererde unter ihren Bestandtheilen eine größere oder geringere Menge von kohlensaurer Kalkerde und Magnesia enthält, so erklärt sich hieraus der allmälige Uebergang der verschiedenen Ammoniaksalze in kohlensaures Ammoniak.

4. Ich kehre nun zu der Betrachtung der gewöhnlichen Düngstoffe und namentlich der Wirkungsart des Hof- oder Stalldüngers zurück. Es wird zunächst die Frage zu lösen sein, ob die stickstofffreien organischen Bestandtheile des Düngers, namentlich die sogenannte Holzfaser, welche in besonders großer Menge in dem Stalldünger enthalten ist, — einen

wesentlichen direkten oder indirekten Einfluß ausüben auf die Erzeugung neuer vegetabilischer Masse in der lebenden Pflanze, und wenn ein solcher günstiger Einfluß stattfindet, auf welchen Ursachen er beruht, und bis zu welcher Höhe er sich erheben kann. Es wurde schon im Vorhergehenden nachgewiesen, daß die Anwendung reiner Ammoniak- und salpetersaurer Salze sehr oft mit einem bedeutenden Verlust an Stickstoff verbunden ist. Ob aus dem Hof- und Stalldünger, bei der langsamen Vermoderung und Verwesung der in ihm enthaltenen Holzfaser, auch der ebenso langsam in eine lösliche Verbindung übergehende Stickstoff vollständig von der Pflanze assimilirt wird, mag die folgende Rechnung zeigen. Bei gewöhnlicher Düngung bringt man alle drei Jahre auf 1 Hectare 36,000 Kil. feuchten Düngers, welche Menge getrocknet und wasserfrei ungefähr 7500 Kil. wiegt und durchschnittlich 2 Proc. oder 150 Kil. Stickstoff enthält, wovon also jährlich 50 Kil. zur Verwendung gelangen könnten, welche ausreichen, um 5000 Kil. Getreide (Stroh und Körner zusammengenommen) mit dem erforderlichen Stickstoffe zu versorgen. Eine reichliche Ernte kann für 1 Hectare wohl 7- bis 8000 Kil. vegetabilischer Substanz liefern und es würden auf diese Weise also, ohne Zusatz von Dünger, nur 2- bis 3000 Kil. erzeugt worden sein, welche dann ihren Stickstoff entweder in dem Boden noch vorgefunden oder aus der Luft absorbirt haben müßten. Man kann jedoch, der Erfahrung zufolge, im Allgemeinen und unter den üblichen Kulturverhältnissen, abgesehen von dem Anbau solcher Früchte, welche den zu assimilirenden Stickstoff fast ausschließlich dem atmosphärischen Ammoniak entziehen, den Ertrag von einer bestimmten Fläche durch eine gewöhnliche Düngung wohl nur ungefähr um das Doppelte erhöhen, so daß dann bei der allmäligen Verwesung des Hofdüngers immer noch ein Theil des frei gewordenen Ammoniaks sich würde verflüchtigt haben, welches in der Praxis wohl niemals vollständig wird vermieden werden können. Jedenfalls aber geht aus der mitgetheilten Berechnung hervor, daß die Menge des unbenutzt verloren gegangenen Stickstoffes bei dem Hofdünger verhältnißmäßig nur gering ist, wenn nicht besondere Nachlässigkeiten in der Bereitung und Ausbringung des Düngers, in der Bestellung des Ackers oder sehr ungünstige Witterungsverhältnisse einen größeren Verlust bewirkt haben. Es ergiebt sich also, daß die stickstofffreien organischen Bestandtheile des Düngers insofern einen günstigen Einfluß auf die Vegetation ausüben, als sie das wichtigste Förderungsmittel derselben, den Stickstoff, zurückhalten und denselben mit ihrer eigenen Zersetzung langsam, aber fortwährend und regelmäßig der sich entwickelnden Pflanze darbieten; sie verhindern zugleich, daß auf einmal eine zu große Menge von kohlensaurem Ammoniak im Boden sich erzeugt, welche nicht vollständig von der Pflanze

verarbeitet werden kann und also bei trockner Witterung sich verflüchtigen und in der atmosphärischen Luft sich verbreiten muß.

Eine andere Ursache der anerkannt günstigen Wirkung organischer, stickstofffreier Substanzen im Boden habe ich bereits oben ausgesprochen bei der Theorie der Salpeterbildung im Boden und der Bedeutung der salpetersauren Salze für die Ernährung der Pflanze. Es geht nämlich aus dem dort Gesagten hervor, daß der Salpeter im Boden sich nicht in beträchtlicher Menge erzeugen und also der Stickstoff überhaupt in demselben auf natürlichem Wege sich nicht anhäufen und fixiren kann, wenn nicht humose organische Körper vorhanden sind, deren poröse Beschaffenheit auf der einen Seite die Absorption des in der Atmosphäre verbreiteten Ammoniaks bewirken, und welche auf der anderen Seite in Folge der Faulung und Verwesung, welcher sie selbst unterliegen, den Uebergang der Salpetersäure in Ammoniak vermitteln. Nicht wenig ferner scheint die Verwesung der vegetabilischen Faser die Wärme des Bodens auf höchst wohlthätige und das Wachsthum der Pflanzen wesentlich befördernde Weise zu erhöhen; bei dem Prozesse der Fäulniß wird, wie bei jeder chemischen Verbindung, Wärme frei, welche sich dem Boden mittheilt und hier je nach der Zusammensetzung desselben mehr oder weniger lange zurückgehalten wird, eine Thatsache, von der man sich leicht überzeugen kann, wenn man mittelst eines Thermometers die Temperatur eines reinen Kieselsandes vergleicht mit derjenigen eines Sandes, dem man faulende organische Stoffe beigemengt hat. Die aus den faulenden Substanzen fortwährend sich bildende Kohlensäure dient dazu, gewisse an sich unlösliche Nahrungsstoffe, wie die kohlensauren und phosphorsauren Erden, löslich zu machen und den Pflanzen zuzuführen; je mehr freie Kohlensäure in dem Boden sich vorfindet, desto mehr von jenen Substanzen wird aufgelöst und kann von der Pflanze absorbirt werden, und in um so größerer Menge das letztere geschieht, desto schneller wird auch die organische Masse erzeugt, wenn nur die hierzu erforderliche Menge Stickstoff gleichzeitig disponibel ist, und um so üppiger ist das Gedeihen der Pflanze überhaupt. Ich verweise endlich in Betreff der in Rede stehenden Frage, nämlich hinsichtlich der Feststellung der Bedeutung humusartiger oder organisch-stickstofffreier Körper für das Gedeihen der Pflanzen überhaupt, auf das in verschiedenen Kapiteln der Bodenkunde bereits ausführlich Gesagte und glaube damit meine Ansicht, daß die stickstofffreien Bestandtheile des Düngers auch einen nicht unbedeutenden Nutzen gewähren, hinlänglich begründet zu haben, ohne jedoch dem Humus eine direkte Ernährungsfähigkeit zuzugestehen und ohne auch der aus den verwesenden Bestandtheilen des Bodens in die Pflanze übergehenden Kohlensäure für die unmittelbare Ernährung der Pflanzen eine beson-

wesentlichen direkten oder indirekten Einfluß ausüben auf die Erzeugung neuer vegetabilischer Masse in der lebenden Pflanze, und wenn ein solcher günstiger Einfluß stattfindet, auf welchen Ursachen er beruht, und bis zu welcher Höhe er sich erheben kann. Es wurde schon im Vorhergehenden nachgewiesen, daß die Anwendung reiner Ammoniak- und salpetersauren Salze sehr oft mit einem bedeutenden Verlust an Stickstoff verbunden ist. Ob nun dem Hof- und Stalldünger, bei der langsamen Vermoderung und Verwesung der in ihm enthaltenen Holzfaser, auch der ebenso langsam in eine lösliche Verbindung übergehende Stickstoff vollständig von der Pflanze assimilirt wird, mag die folgende Rechnung zeigen. Bei gewöhnlicher Düngung bringt man alle drei Jahre auf 1 Hectare 36,000 Kil. feuchten Düngers, welche Menge getrocknet und wasserfrei ungefähr 7500 Kil. wiegt und durchschnittlich 2 Proc. oder 150 Kil. Stickstoff enthält, wovon also jährlich 50 Kil. zur Verwendung gelangen könnten, welche ausreichen, um 5000 Kil. Getreide (Stroh und Körner zusammengenommen) mit dem erforderlichen Stickstoffe zu versorgen. Eine reichliche Ernte kann für 1 Hectare wohl 7- bis 8000 Kil. vegetabilischer Substanz liefern und es würden auf diese Weise also, ohne Zusatz von Dünger, nur 2- bis 3000 Kil. erzeugt worden sein, welche dann ihren Stickstoff entweder in dem Boden noch vorgefunden oder aus der Luft absorbirt haben müßten. Man kann jedoch, der Erfahrung zufolge, im Allgemeinen und unter den üblichen Kulturverhältnissen, abgesehen von dem Anbau solcher Früchte, welche den zu assimilirenden Stickstoff fast ausschließlich dem atmosphärischen Ammoniak entziehen, den Ertrag von einer bestimmten Fläche durch eine gewöhnliche Düngung wohl nur ungefähr um das Doppelte erhöhen, so daß dann bei der allmäligen Verwesung des Hofdüngers immer noch ein Theil des frei gewordenen Ammoniaks sich wird verflüchtigt haben, welches in der Praxis wohl niemals vollständig wird vermieden werden können. Jedenfalls aber geht aus der mitgetheilten Berechnung hervor, daß die Menge des unbenutzt verloren gegangenen Stickstoffs bei dem Hofdünger verhältnißmäßig nur gering ist, wenn nicht besondere Nachlässigkeiten in der Bereitung und Aufbringung des Düngers, in der Bestellung des Ackers oder sehr ungünstige Witterungsverhältnisse einen größeren Verlust bewirkt haben. Es ergiebt sich also, daß die stickstofffreien organischen Bestandtheile des Düngers insofern einen günstigen Einfluß auf die Vegetation ausüben, als sie das wichtigste Förderungsmittel derselben, den Stickstoff, zurückhalten und denselben mit ihrer eigenen Zersetzung langsam aber fortwährend und regelmäßig der sich entwickelnden Pflanze darbieten; sie verhindern zugleich, daß auf einmal eine zu große Menge von kohlensaurem Ammoniak im Boden sich erzeugt, welche nicht vollständig von der Pflanze

verkäuflichen Produkten nicht in sehr beträchtlicher Menge der Wirthschaft verloren gehen.

b. Die in dem Boden enthaltenen mineralischen Nahrungsstoffe der Pflanze müssen durch die Kultur selbst an Menge zunehmen, weil die in den Erträgen der Wiesen vorhandenen Mineralkörper mit dem Dünger gleichfalls den Feldern zugeführt werden, wozu außerdem noch oft die in der Wirthschaft producirte Asche von Holz und Torf hinzukommt, welche gleichfalls mineralische Pflanzennahrung in reichlicher Menge enthält.

c. Auch durch das Regenwasser werden dem Boden auflösliche Mineralstoffe zugeführt; dasselbe ist hinsichtlich des Wassers der Fall, womit die landwirthschaftlichen Nutzthiere getränkt werden. Bei einem Viehstande von nur 50 Stück Großvieh wird allein durch das Trinkwasser der Dünger jährlich mit 5 bis 600 Kil. werthvoller Mineralsubstanzen bereichert.

d. Eine sehr wichtige Quelle für auflösliche pflanzenernährende Mineralkörper ist in dem Verwitterungsprozeß gegeben, der in jedem Augenblicke im Boden thätig ist und eine große Menge, namentlich alkalischer Verbindungen und von Kieselsäure den Pflanzen zugänglich macht, da jeder fruchtbare Boden immer solche Mineralien enthält, welche unter dem Einfluß des in dem gelockerten Kulturboden oft sehr rasch verlaufenden Verwitterungsprozesses auflösliche mineralische Pflanzennahrung liefern.

e. Daß in der That die mineralischen Nahrungsstoffe gewöhnlich im großen Ueberschuß im Boden enthalten sind, erkennt man an der besonders großen und sicheren Wirkung der sogenannten concentrirten Düngmittel, welche durch einen großen Gehalt an Stickstoffverbindungen charakterisirt sind, während mineralische Nahrungsstoffe in ihnen entweder gar nicht oder doch in geringer Menge vorkommen. Außerdem ist bekannt, daß durch eine zweckmäßige Fruchtfolge die Ertragsfähigkeit des Ackers namentlich für die Cerealien sehr gesteigert wird und zwar aus dem Grunde, weil dadurch der Humus- und besonders der Stickstoffgehalt des Bodens auf Kosten der atmosphärischen Nahrungsstoffe erhöht wird. Die Steigerung der Erträge in Folge wichtiger Kulturmethoden ist abhängig von der Ansammlung von Stickstoffnahrung im Boden, während die mineralischen Nahrungsstoffe schon vorher in reichlicher und für den Bedarf der gesteigerten Ernte in völlig genügender Menge vorhanden waren.

6. **Die einzelnen in dem Stalldünger enthaltenen Mineralkörper haben unter sich wieder einen sehr verschiedenen landwirthschaftlichen Werth**, dessen Kenntniß namentlich auch für die Beurtheilung der käuflichen, concentrirten Düngmittel sehr wichtig ist.

ders wichtige Rolle beizulegen. Die vorher erwähnten Versuche mit Zucker und Stärke ꝛc., durch welche das indifferente Verhalten dieser stickstofffreien Substanzen nachgewiesen wurde, bestätigen auf's Neue die Thatsache, daß stets in der Atmosphäre soviel Kohlensäure vorhanden ist, daß die Pflanze auch in ihrer üppigsten Entwicklung aus der sie umgebenden Luft vollständig mit diesem Nahrungsmittel versorgt werden kann.

5. Daß gewisse Mineralstoffe für das Gedeihen der Pflanzen unentbehrlich sind, dies ist eine gegenwärtig nicht mehr bezweifelte Wahrheit; auf welche Weise die Mineralstoffe als Düngemittel angewendet, mehr oder weniger günstig auf die Vegetation einwirken, darüber sind im Vorhergehenden die Resultate mehrfacher Versuche mitgetheilt worden. Aus den letztern ersieht man, daß die Mineralstoffe eine doppelte Wirkung äußern, theils als directes Nahrungsmittel, theils auch durch ihr Lösungsvermögen gegen andere im Boden schon vorhandene pflanzenernährende Substanzen. Wenn jährlich auf der Fläche von einem Hectare ungefähr 300 Kil auflöslicher Salze dem Boden entzogen werden, so ist es natürlich, daß der Gehalt der Ackererde an diesen Bestandtheilen von Jahr zu Jahr abnehmen muß, wenn nicht aus dem unter dem Einfluß der Atmosphäre fortwährend verwitternden Boden, aus dessen eigenen Bestandtheilen immer auf's Neue eine gleich große Menge von Mineralstoffen auflöslich wird; aber auch diese Quelle ist nicht unerschöpflich, sie muß von Jahr zu Jahr schwächer werden und endlich beinahe ganz versiegen. Es ist daher nothwendig, daß dem Acker nicht allein organische stickstofffreie und stickstoffhaltige Stoffe zugeführt werden, man muß ihn auch von Zeit zu Zeit mit mineralischen pflanzenernährenden Substanzen versorgen; dieses geschieht durch den Hof- oder Stalldünger. Keineswegs aber sehe ich die günstige Wirkung des Düngers allein in dessen mineralischen Bestandtheilen begründet, sondern ich halte im Gegentheil diese Stoffe für weniger wichtig als den Gehalt des Düngers an einer möglichst großen Menge stickstoffhaltiger Körper. Die assimilirbaren Mineralsalze müssen unter dem Einfluß einer natürlichen Vegetation, wie auch namentlich in Folge der Kultur des Bodens in dem letzteren nach und nach in immer größerer Menge sich ansammeln und bei dem allgemein üblichen Betriebe des Ackerbaues im Verhältniß zum löslichen Stickstoff meistens in einem großen Ueberschuß im Boden zugegen sein, wie aus den folgenden Betrachtungen deutlich sich ergiebt:

a. Die Aschenbestandtheile des Düngers sind nicht flüchtig, sie werden daher mit dem Hauptdünger fast vollständig dem Felde, dem sie in den Ernten entzogen sind, wieder zurückgegeben und zwar um so mehr, als sie mit den

Verwitterung frei und löslich, so daß in den meisten Fällen von diesem Nahrungsstoffe eine für viele Ernten ausreichende Menge im Boden zugegen ist; eine neue Zufuhr wirkt daher nicht kräftig und entschieden genug, der Düngwerth des Kalis ist meist ein weit geringerer als sein Handelspreis, so daß man nicht leicht in den Fall kommen wird, außer im Stalldünger dem Boden beträchtliche Mengen von Kali zuzuführen. Wenn man Holzasche, welche neben Phosphorsäure auch viel Kali enthält, in der Landwirthschaft anwenden will und kann, so streut man dieselbe am zweckmäßigsten über die Wiesen oder den jungen Klee aus, überhaupt über solche Pflanzen, welche als Grünfutter verwendet oder zu Heu gemacht werden; denn die Wirkung des Kalis erstreckt sich vorzugsweise auf die Blatt- und Stengelbildung, weniger trägt es bei zur Verbesserung oder Erhöhung der Körnererträge.

c. Die Natronsalze sind als direkte Nahrungsstoffe der Pflanze gänzlich außer Acht zu lassen; denn sie werden von allen Kulturpflanzen nur in sehr geringer Menge aufgenommen und können oft ganz entbehrt werden. Dagegen ist die indirekte Wirkung dieser Verbindungen oft eine günstige, wie aus mehreren der oben beschriebenen Versuche deutlich sich ergiebt. Ebenso wenig ist auf den Gehalt des Stalldüngers oder anderer Düngmittel an Kalk oder Magnesia irgend ein Gewicht zu legen; gewöhnlich enthält der Boden diese Körper schon in reichlicher Menge und in einer den Pflanzen zugänglichen Form.

d. Als letzter Bestandtheil des Stalldüngers ist die Kieselsäure zu erwähnen; auch dieser Körper wird bei der gewöhnlich üblichen Betriebsweise der Landwirthschaft in immer größerer Menge im Boden sich ansammeln, namentlich weil die Erträge der Wiesen gerade besonders reich an dieser Substanz sind und gewöhnlich mit den verkauften Produkten kaum eine Spur von Kieselsäure der Wirthschaft entzogen wird. Da außerdem der Verwitterungsprozeß jährlich eine bedeutende Menge von löslicher Kieselsäure liefert, so wird wahrscheinlich in fast allen Bodenarten für viele Ernten genug Kieselsäure in passender Form vorhanden sein. Alle direkten Versuche haben auch gezeigt, daß eine neue Zufuhr von löslicher Kieselsäure gewöhnlich nicht die geringste Wirkung auf die Ernteerträge ausübt; bei der Beurtheilung des landwirthschaftlichen Werthes eines Düngmittels kann daher sein etwaiger Gehalt an Kieselsäure gänzlich unbeachtet bleiben.

7. Ich habe oben auf eine Eigenschaft der Mineralstoffe aufmerksam gemacht, die mehr oder weniger allen auflöslichen Salzen, besonders aber dem Kochsalze zuzukommen scheint; es ist nämlich die Eigenschaft, auf die schon im Boden vorhandenen nahrhaften, wahrscheinlich zunächst auf die stickstoffhaltigen Stoffe in der Art einzuwirken, daß diese in einen für das

a. Der wichtigste Bestandtheil des Düngers nächst dem Stickstoff ist die Phosphorsäure; der Landwirth hat dafür Sorge zu tragen, daß seinem Boden nächst Stickstoff eine möglichst reichliche Menge Phosphorsäure zugeführt werde. Dieser Körper ist nämlich in der Natur nicht in großer Menge verbreitet, so daß aus dem Boden auf natürlichem Wege gewöhnlich nur wenig in den löslichen Zustand übergehen kann; auch ist die vorkommende Verbindung mit Kalk in reinem Wasser unlöslich und in kohlensäurehaltigem Wasser oder in Lösungen von Ammoniaksalzen schwer auflöslich; eine Vermehrung der Phosphorsäure im Boden wird daher schon aus diesen Gründen oft räthlich sein. Dazu kommt noch, daß mit den Erträgen der Wiesen der Wirthschaft im Ganzen nur wenig Phosphorsäure geliefert wird, während diese Substanz jährlich in bedeutender Menge mit den Körnern, der Milch und mit dem Schlachtvieh ausgeführt wird, so daß die Menge der Phosphorsäure im Boden in steter Abnahme begriffen ist, wenn nicht aus andern Quellen eine Zufuhr stattfindet, wie es allerdings bei der Anwendung von Holz- und Torfasche und bei reichlicheren Erträgen der Wiesen häufig der Fall ist. Endlich ist noch darauf aufmerksam zu machen, daß einzelne Kulturpflanzen, wie besonders die Wurzelfrüchte, zum Theil auch die Blattfrüchte erfahrungsmäßig eine große Menge Phosphorsäure im Boden verlangen, so daß jene Pflanzen gegen eine neue und außerordentliche Zufuhr von diesem Nahrungsstoffe sich sehr dankbar beweisen, während andere Gewächse, z. B. die Halmfrüchte dadurch in ihrem Wachsthum nicht mehr wesentlich gefördert werden, weil sie eine genügende Menge von Phosphorsäure schon im Boden vorfinden. **Der landwirthschaftliche Werth der concentrirten Düngstoffe kann ausschließlich nach deren Gehalt an Stickstoff und Phosphorsäure richtig beurtheilt werden**, wobei zu beachten ist, daß der erstere Bestandtheil weit höher veranschlagt werden muß, als der letztere und ferner, daß bei beiden Körpern auch ihre mehr oder weniger passende Form und Verbindung von Bedeutung ist.

b. Nächst der Phosphorsäure folgt das **Kali** in der Reihe der mineralischen Nahrungsstoffe seiner landwirthschaftlichen Bedeutung nach und zwar die **Verbindung mit Kohlensäure**, in welcher das Kali meist in der Holz- und Torfasche vorkommt; dieselbe Verbindung bildet sich auch aus dem Stalldünger bei dessen Verwesung. Andere Kalisalze scheinen bei weitem nicht so günstig auf die Vegetation einzuwirken, obgleich auch sie, bei Gegenwart von kohlensauren Erden im Boden nach und nach, aber wie es scheint nicht schnell genug, in kohlensaures Kali umgewandelt werden. Das Kali wird in besonders großer Menge aus dem Boden bei dessen weiterer

B. Der Bei- oder Nebendünger.

Obgleich man dem Hof- und Stallmist den Charakter des Hauptdüngers beilegen muß, so darf man doch keineswegs diejenigen Substanzen außer Acht lassen, welche uns durch die Natur oder mit Hülfe menschlicher Erfindungsgabe dargeboten werden, um theils die Wirkung des Hauptdüngers zu erhöhen, theils auch ihn selbst unter gewissen Verhältnissen zu ersetzen. Ich werde in diesem Kapitel die Zusammensetzung der käuflichen Düngstoffe, sowie die Art und die Ursache ihrer Wirkung zu behandeln haben, und zunächst absehen von ihrer besonderen Anwendung, Behandlung und den pecuniären Vortheilen und Nachtheilen, welche dieselben im Vergleich mit dem Hauptdünger der praktischen Landwirthschaft zu gewähren im Stande sind. Man legt diesen Substanzen gewöhnlich den unrichtigen Namen der künstlichen Düngmittel bei, unrichtig, weil sie nur zum kleineren Theile wirklich durch Kunst bereitet werden; sie kommen vielmehr meistens schon fertig gebildet in der Natur vor oder haben doch durch die Hand des Menschen nur eine unwesentliche Veränderung erlitten. Ich habe zu deren Bezeichnung daher den passenderen Namen der Bei- oder Nebendünger gewählt, als Mittel, die Wirkung des Hauptdüngers zu unterstützen. Der leichteren Uebersicht wegen bringe ich jene Stoffe in zwei Abtheilungen, indem ich zuerst diejenigen betrachte, deren Bestandtheile wenigstens zum größten Theile als direkte Nahrungsmittel der Pflanzen in die Zusammensetzung der neu sich bildenden vegetabilischen Masse eingehen; in einer anderen Abtheilung soll die Zusammensetzung und Wirkungsart derjenigen Stoffe angegeben werden, welche bei ihrer Anwendung hauptsächlich dazu dienen, um die physikalische Beschaffenheit des Bodens zu verbessern oder die schon vorhandenen Nahrungsstoffe in einen auflöslichen, für die Pflanzen assimilirbaren Zustand überzuführen. Von beiden Arten der düngenden Substanzen werde ich nur die gewöhnlichsten und in ihrer Anwendung besonders verbreiteten der Beachtung für werth halten, indem die selteneren und nur in geringen Quantitäten zugänglichen Düngstoffe auch nur ausnahmsweise für die Praxis eine Bedeutung erlangen können.

a. Beidünger, welche direkt pflanzenernährende Kraft besitzen.

1. Das Knochenmehl.

Die Knochen enthalten vorzugsweise 4 Bestandtheile, welche innig mit einander gemengt sind, nämlich zwei der Mineralwelt angehörende, feuerfeste Verbindungen, den phosphorsauren und den kohlensauren

Kalk, und zwei organische Stoffe, von denen der eine ein sehr stickstoffhaltiger Körper, der thierische Leim oder die Gallerte ist, der andere dagegen stickstofffrei und mit dem Namen des thierischen Fettes bezeichnet wird. Die Menge der thierischen Gallerte (Osseïn) in den frischen Knochen beträgt 28 bis 30 Prc.; in 100 Theilen des Osseïns ist fast genau 17 Prc. Stickstoff enthalten, so daß der Stickstoffgehalt der frischen Knochen etwa 5 Prc. ausmacht. Die Menge des Fettes in den Knochen ist sehr verschieden, von 2 bis 10 Prc.; an hygroskopischer Feuchtigkeit findet man 10 bis 12 Prc., im guten trocknen Knochenmehle jedoch meist weniger, nur 5 bis 8 Prc. Außer den genannten Substanzen kommen noch geringe Mengen von phosphorsaurer Magnesia, Fluorcalcium, Chloralkalien und schwefelsauren Salzen vor, die gewöhnlich zusammen kaum 2 bis 3 Prc. ausmachen. An Aschenbestandtheilen hat Fremy in den völlig trocknen Knochen verschiedener landwirthschaftlicher Thiere gefunden:

	Asche.	Phosphorsaurer Kalk.	Phosphorsaure Magnesia.	Kohlensaurer Kalk.
Neugebornes Kalb . .	64,4 Prc.	59,4 Prc.	1,7 Prc.	5,2 Prc.
Kalb von 5 Monaten .	69,1 „	61,2 „	1,2 „	8,4 „
Alte Kuh	71,3 „	62,5 „	2,7 „	7,9 „
Ochse	70,2 „	62,4 „	1,7 „	7,9 „
Junger Stier	69,3 „	59,8 „	1,5 „	8,4 „
Lamm	67,7 „	60,7 „	1,5 „	8,1 „
Hammel	70,0 „	62,9 „	1,3 „	7,7 „
Junge Ziege	68,0 „	58,3 „	1,2 „	8,4 „

Die Knochen verschiedener Thiere sind nach diesen Analysen in ihrer Zusammensetzung sehr übereinstimmend. Die günstige Wirkung der Knochen als Düngmittel kann überall nur durch die beiden durchaus vorherrschenden Bestandtheile, durch den phosphorsauren Kalk und die organische stickstoffhaltige Substanz bedingt sein; welchem von diesen beiden Bestandtheilen in der Theorie der Knochendüngung eine vorzugsweise große Bedeutung beizulegen sein möchte, darüber läßt sich von vorherein kein bestimmtes Urtheil fällen, es kommt Alles auf die Verhältnisse an, unter denen die Knochen als Düngmittel angewendet werden. Einige von den zu beachtenden Punkten will ich hier in der Kürze andeuten, sie werden jedoch erst später im Verlaufe dieser Ausarbeitung eine weitere Begründung finden.

1. Auf Neuland, auf Wiesen und überall, wo bisher noch keine große Mengen Stalldünger angewendet wurden und man auch in Folge der geognostischen Beschaffenheit der Ackerkrume und des Untergrundes nicht ein natürliches Vorkommen der Phosphorsäure im Boden vermuthen kann, unter solchen Verhältnissen wirkt das Knochenmehl hauptsächlich zunächst durch sei-

nen Phosphorsäuregehalt. Man bemerkt häufig nach der ersten Anwendung des Knochendüngers eine sehr auffallende Wirkung, die aber bei der Wiederholung dieser Düngungsweise auf demselben Felde weit geringer ausfällt, weil dann die früher fehlende Phosphorsäure für eine längere Reihe von Jahren ersetzt ist und die Knochen daher nur durch ihre organischen stickstoffhaltigen Substanzen das Wachsthum der Früchte befördern können.

2. Das Knochenmehl wirkt gleichfalls oft durch seinen Gehalt an phosphorsaurem Kalk günstig für die Vegetation, wenn es vorher mit Schwefelsäure behandelt oder aus gedämpften Knochen dargestellt wurde. In diesem Falle ist nämlich der phosphorsaure Kalk sehr fein zertheilt und in der Bodenfeuchtigkeit besonders leicht löslich, so daß hiedurch die Vegetation selbst dann befördert werden kann, wenn auch vorher schon phosphorsaurer Kalk in reichlicher Menge, aber nicht in so passender Form zugegen war.

3. Einige Pflanzen, z. B. die Rübenarten und vielleicht auch die Knollengewächse verlangen, wie später nachgewiesen werden soll, eine besonders große Menge von phosphorsaurem Kalke in der unmittelbaren Umgebung ihrer Hauptwurzeln; bei solchen Pflanzen wird daher die Phosphorsäure auch bei oft wiederholter Knochendüngung eine günstige Wirkung ausüben.

4. Gleichzeitig ist in allen hier angedeuteten Fällen auch dem Stickstoffgehalt des Knochenmehles ein größerer oder geringerer Theil der Wirkung zuzuschreiben; fast ausschließlich aber ist die letztere durch den Stickstoff und nicht durch die Phosphorsäure bedingt, wo, wie in Deutschland bisher vorherrschende Sitte war, das Knochenmehl zur Kultur der Halmfrüchte auf einem seit langer Zeit cultivirten Felde und zwar wiederholt als mehrjährige ganze oder halbe Düngung angewendet wird. Denn in diesem Falle wird die Phosphorsäure im Boden schon in reichlicher Menge enthalten sein, da die aus der Wirthschaft als Bestandtheil der Körner, des Fleisches und der Milch entfernte Phosphorsäure durch den Gehalt der Wiesenernten und der jährlich producirten Holz- und Torfasche oft reichlich wiederum ersetzt wird. Wenn man unter solchen Verhältnissen dem Acker mittelst Knochenmehl eine ebenso große und lange anhaltende Fruchtbarkeit mittheilen will, wie durch die gewöhnliche Mistdüngung, so darf man die hierzu nöthige Menge nicht nach dem Phosphorsäuregehalt des Knochenmehles, sondern muß dieselbe nach seinem Stickstoffgehalte bestimmen, d. h. man darf nicht etwa 150 Kil. Knochenasche auf 1 Hectare ausstreuen, sondern muß das Pulver von 1000 bis 2000 Kil. unverwitterten Knochen anwenden. Es ist jedoch zu beachten, daß eine gewisse Menge Stickstoff in den Knochen gewöhnlich eine bessere Wirkung zeigt, als dieselbe Quantität, wenn sie in

dem gewöhnlichen Stalldünger angewendet wird. Die Ur-sache hiervon liegt, wie es scheint, darin, daß die Zersetzung der Knochen, als einer durch und durch gleichförmigen stickstoffhaltigen Substanz, viel regel-mäßiger erfolgen muß, als bei dem Stalldünger, so daß aus diesem ein Theil des gebildeten Ammoniaks sich verflüchtigen kann, während aus den Knochen die ganze Menge von den betreffenden Pflanzen aufgenommen wird. Die Erfahrung hat bewiesen, daß 1000 Kil. fein gepulverter Knochen, wenn sie auf die Fläche eines Hectare ausgestreut werden, oft drei Jahre lang ebenso wirksam sich zeigen, wie eine ganze Düngung mit Stallmist, welche im frischen Zustande dem Gewichte nach 35000 Kil. beträgt, obgleich der Stickstoff-gehalt in dem Stalldünger ungleich bedeutender ist als in den Knochen, nämlich bei den angegebenen Gewichten sich verhält wie 140 zu 50, oder fast wie 3 zu 1.

Man hat beobachtet, daß die Knochendüngung nicht immer und unter allen Umständen eine deutlich günstige Wirkung auf die Vegetation äußert. Die Ursachen dieser Erscheinung sind in dem Folgenden angedeutet.

1. Bei ungünstiger Witterung zeigt das Knochenmehl keine sichtbare Wirkung; bei anhaltender Trockenheit hört die Wirkung aller derjenigen Sub-stanzen auf, welche nicht bereits auflöslich sind, sondern unter dem Einfluß von Feuchtigkeit, Wärme und den Bestandtheilen der atmosphärischen Luft erst in diesen Zustand übergeführt werden müssen. Das Knochenmehl zersetzt sich nur schwierig und langsam im Boden und es ist daher auch als Herbst-düngung anzuwenden, weil in diesem Falle der Erfolg ein weit mehr gesicher-ter ist.

2. In einem warmen thätigen Lehmboden wird das Knochenmehl eine dem Wachsthum der Pflanzen angemessene Zersetzung erleiden und somit die beste Wirkung zeigen, dagegen wird die letztere in einem zähen verschlossenen Thonboden sehr vermindert, nicht selten sogar gleich Null sein, und nur in einzelnen Jahrgängen, unter dem Einfluß einer besonders günstigen Witterung deutlich hervortreten. Ebenso ist auch der trockne Sandboden der Zersetzung des Knochenmehles nicht günstig, weil die hierzu nöthige Feuchtigkeit zu leicht aus dem Boden entweicht.

3. Die sehr grob gepulverten Knochen zersetzen sich selbst unter günstigen Boden- und Witterungsverhältnissen nur sehr langsam, so daß auch bei An-wendung derselben als Düngmittel der günstige Einfluß auf die Ernteerträge kein sehr beträchtlicher ist.

4. Auch die sehr verschiedene Zusammensetzung des im Handel vorkom-menden Knochenmehles kann die Ursache einer größeren oder geringeren Wir-

kung desselben sein. Es ist zunächst von Bedeutung für den Erfolg, ob die Knochen im unzersetzten frischen Zustande, oder nachdem sie an der Luft verwittert sind, angewendet werden. Im letzteren Falle ist die Zusammensetzung derjenigen der weiß gebrannten Knochen oder der Knochenasche ähnlich, weil unter dem Einfluß der Luft nach und nach die ganze Menge oder doch der größere Theil der organischen, stickstoffhaltigen Substanz verschwunden ist und also fast nur die erdigen Substanzen, der phosphorsaure und der kohlensaure Kalk zurückgeblieben sind. Aus der im Vorhergehenden entwickelten allgemeinen Theorie des Düngers ersieht man, daß frische Knochen, welche in 100 Theilen 5 Prc. Stickstoff und 30 Prc. organischer Substanz enthalten, in Folge dieses bedeutenden Stickstoffgehaltes, unter sonst gleichen äußeren Verhältnissen, eine größere Wirkung ausüben müssen, als alte verwitterte Knochen, in welchen nur 2 bis 3 Prc. oder noch weniger Stickstoff übrig geblieben ist. Folgende zwei im Handel vorgekommene und von mir untersuchte Knochenmehlsorten mögen hier als Beispiel dienen, wie sehr dieses Düngmittel in der Zusammensetzung verschieden sein kann:

	1.	2.
Phosphorsaurer Kalk	54,88	47,59
Kohlensaurer Kalk	8,18	6,75
Organische stickstoffhaltige Substanz . .	14,66	31,93
Sand, Ziegelmehl 2c.	11,48	8.48
Wasser	10,80	5,26
	100,00	100,00
Stickstoff	2,15	5,07

Abgesehen von den zufälligen völlig unwirksamen Beimengungen von Sand und Feuchtigkeit, welche bei der ersten Sorte 22,28 Prc., bei der zweiten nur 13,74 Prc. betrugen, enthielt die erstere Probe kaum halb soviel stickstoffhaltige Substanz wie die normalen Knochen; die erstere Sorte war aus sehr verwitterten, die zweite dagegen aus völlig frischen Knochen bereitet worden. In den oben angedeuteten Fällen, wo man die Knochendüngung anwendet, um den Gehalt des Bodens an Phosphorsäure zu erhöhen, da wird die Sorte Nr. 1 den Vorzug verdienen. Auch ist zu beachten, daß die stickstoffärmeren Knochen in der Regel viel leichter und feiner sich pulvern lassen, als die unveränderten Knochen, daher auch im Boden eine schnellere Zersetzung erleiden und aus diesem Grunde oft eine bessere Wirkung zeigen, die aber kann nicht so anhaltend ist, wie bei der Anwendung von stickstoffreicherem Knochenmehl.

5. Es scheint noch eine andere Ursache der zuweilen ausbleibenden Wirkung des Knochenmehles vorhanden zu sein; diese Ursache ist nämlich

der Gehalt der Knochen an Fett, dessen Menge bis 10 Prc. steigen
Das Fett, welches das ganze Knochengewebe durchdringt, verhindert
Eindringen und die zersetzende Wirkung der Feuchtigkeit und vielleicht
das Fett auch in Berührung mit dem kohlensauren Kalke der Knochen
des Bodens eine Kalkseife, welche Verbindung als ein unlöslicher, sehr
rig der Verwesung unterliegender Körper die Substanz der Knochen ein
und auch diese an einer raschen Zersetzung hindert. Man hat beobachtet,
fetthaltige Knochen, nachdem sie 4 Jahre lang in der Erde aufbewahrt
den waren, nur 8 Prc. an Gewicht verloren hatten, während solche Knochen,
denen vorher das Fett durch Auskochen mit Wasser entzogen war, in derselben
Zeit und unter denselben Umständen einen Gewichtsverlust von 25 bis 30 Prc.
erlitten. Für den Landwirth werden daher die an sich schon mageren
durch Auskochen von Fett befreiten Knochen keinen geringeren Werth
als die sehr fetten; das Fett ist als ein stickstofffreier organischer
durchaus ohne allen direkten Nutzen für die Entwickelung der Pflanzen.
Durch das Auskochen mit Wasser wird freilich stets auch eine größere
geringere Menge des thierischen Leimes den Knochen entzogen, wodurch
etwas an Düngerwerth verlieren; dieser Verlust wird aber dadurch reichlich
ersetzt, daß nach jener Behandlung die Knochen leichter und weit feiner
pulvern lassen, als vorher, so daß jetzt die Vertheilung über den Acker gleich-
mäßiger bewerkstelligt werden kann und außerdem die Wirkung des Dünge-
mittels eine schnellere geworden ist.

2. Der überphosphorsaure Kalk.

Die sehr langsam verwesenden und daher oft in ihrer Wirkung fehlschla-
genden Knochen können durch eine zweckmäßige Behandlung in ein
schneller und sicherer wirkendes Düngmittel verwandelt werden, nämlich
Entfetten, anfangende Fäulniß, Dämpfen bei hohem Druck und durch Be-
handlung mit Schwefelsäure. Wie diese verschiedenen Methoden zur Behand-
lung der Knochen am besten ausgeführt werden und welche derselben in
Praxis für verschiedene landwirthschaftliche Zwecke am meisten den Vorzug
verdienen, diese Fragen sollen später in dem praktischen Theile der Dünger-
lehre erörtert werden; hier will ich nur über die verschiedenen Arten des ge-
nannten doppelt- oder überphosphorsauren Kalkes einige Mittheilungen
machen, über ein Düngmittel, welches zuerst nach Liebig's Angabe, durch
Behandlung der Knochen, Knochenasche und der Coprolithen mit einer ge-
wissen Menge Schwefelsäure dargestellt und in England und Schottland
jährlich in Millionen von Centnern fast ausschließlich bei der Kultur der
Turnipsrüben als specifisch wirkendes Düngmittel angewendet

wendet wird. Dieser Dünger fördert auch, wenn gleich nicht so auffallend, das Wachsthum anderer Rübenarten und der Kartoffeln und unter gewissen Verhältnissen auch die Vegetation der Oelfrüchte und der Cerealien.

Der Ausdruck überphosphorsaurer Kalk (Superphosphat des Kalkes) in seiner landwirthschaftlichen Anwendung bezieht sich nicht auf eine chemisch reine Substanz, welche nach einem feststehenden Verhältniß zusammengesetzt ist, sondern auf sehr verschiedene Produkte, die öfter nichts mit einander gemein haben, als den Namen. Es soll jedoch dieses Düngmittel in seiner reinsten Form ein Gemenge sein von sehr fein zertheiltem neutralem phosphorsaurem Kalk und von saurem, doppelt- oder überphosphorsaurem Kalk; die erstere Verbindung ist in reinem Wasser unlöslich, aber in kohlensäure- und ammoniakhaltigem Wasser auflöslich, die letztere Substanz ist schon in reinem Wasser leicht löslich, sie geht aber in die erstere Verbindung über, sobald die vorhandene Phosphorsäure mit Kalk sich vollständig wieder sättigen kann. Immer ist in dem käuflichen Düngmittel neben den genannten Bestandtheilen noch eine bedeutende Menge Gips zugegen, welcher bei der Behandlung der Knochen ꝛc. mit Schwefelsäure sich gebildet hat. Die Gegenwart von dem löslichen doppeltphosphorsauren Kalk im Düngmittel ist überaus wichtig, weil nur dadurch eine rasche und gleichförmige Vertheilung desselben im Boden ermöglicht wird, wie es für die günstige Wirkung sehr wesentlich ist.

Die Zusammensetzung des im Handel vorkommenden überphosphorsauren Kalkes ist eine sehr verschiedene je nach der Beschaffenheit der Rohmaterialien, nach der Menge der angewendeten Schwefelsäure und nach der Qualität und Quantität von allerlei unwesentlichen Beimengungen. Als Rohmaterialien werden nämlich angewendet: Knochen, theils roh, theils ausgekocht, Knochenasche, Knochenkohle, schlechter, besonders patagonischer und afrikanischer Guano, ferner die sogenannten Coprolithen und Phosphoriten; die letztern sind phosphorsäurehaltige Mineralien von Estremadura und aus den vereinigten Staaten. Einige Arten der zuletzt genannten Stoffe hatten in ihrem natürlichen Vorkommen nach Way und Daubeny die folgende Zusammensetzung:

	Coprolithen.	Phosphorit.	
	Suffolk.	Estremadura.	New-Jersey.
Wasser und etwas Bitumen	10 Prc.	4,85 Prc. (zusammen)	0,69 Prc.
Sand, Thon und Eisenoxyd	21 „		23,91 „
Kohlensaurer Kalk	10 „	— „	9,11 „
Phosphorsaurer Kalk	56 „	81,15 „	62,27 „
Fluorcalcium nebst geringen Mengen Alkalisalze	3 „	14,00 „	4,02 „
	100 Prc.	100,00 Prc.	100,00 Prc.

Vorzugsweise werden in England die Suffolker Coprolithen verarbeitet; der spanische Phosphorit hat wegen seines schwierigen Transports an die Meeresküste bisher nur geringe Bedeutung gehabt für die in Rede stehende Düngerfabrikation; der Phosphorit von New-Jersey wird in England eingeführt, ist aber sehr verschieden zusammengesetzt.

Bei der großen Bedeutung des überphosphorsauren Kalkes für die englische Landwirthschaft sind sehr viele im Handel vorkommende Sorten des Düngmittels, namentlich von Way, Anderson und Völcker chemisch untersucht worden; es wird genügen, hier die Resultate von einigen der ausgeführten Analysen mitzutheilen. Die Sorten von vorzüglicher Beschaffenheit, die ausschließlich aus frischen Knochen bereitet waren, zeigten die folgende Zusammensetzung:

Wasser	14,71	9,66	3,75	4,05	20,53	14,04
Organische Substanz . . .	10,18	14,50	21,35	26,00	14,76	19,39
Doppeltphosphorsaurer Kalk .	18,50	15,34	15,45	9,92	10,31	9,83
Unlöslicher phosphorsaurer Kalk	6,35	15,72	1,12	20,43	17,72	20,01
Sand, Thon ꝛc.	9,98	2,83	9,70	1,97	6,73	6,66
Wasserhaltiger Gips . . .	36,63	36,12	40,04	31,29	28,39	24,76
Alkalisalze	3,65	5,83	8,59	6,34	1,56	2,33
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Ammoniak	Nicht best.	2,33	2,03	3,24	1,07	Nicht bestim.

Die folgenden ebenfalls guten Sorten sind, wie es scheint, aus einem Gemenge von Knochen und Coprolithen fabricirt worden; in den folgenden von Anderson mitgetheilten Analysen ist unter der Bezeichnung löslicher Phosphate nicht die Menge des überphosphorsauren Kalkes, sondern die daraus berechnete neutrale phosphorsaure Kalkerde angegeben.

Wasser	17,98	24,33	13,84	32,39	26,10	21,04
Organische Materie . . .	17,20	10,60	7,95	8,63	10,53	12,42
Lösliche Phosphate . . .	21,22	14,38	14,18	12,97	10,62	10,16
Unlösliche Phosphate . .	3,41	14,36	7,44	16,12	10,48	9,88
Gips	20,82	16,00	21,71	18,54	3,92	33,90
Schwefelsäure	5,19	6,48	19,62	6,10	23,89	3,94
Alkalisalze	6,13	3,98	3,92	3,32	19,55	2,46
Sand	7,96	9,87	11,34	1,93	4,81	6,50
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Ammoniak.	1,66	1,03	0,93	0,79	0,80	1,10

Die Sorten, die ausschließlich aus Coprolithen und Phosphoriten bereitet werden, sind kenntlich an der höchst geringen Menge an organischer Materie und ihrem Reichthum an Gips. In einer von Ander-

son untersuchten Sorte fehlte Ammoniak ganz, die übrigen enthielten nur geringe Mengen.

Wasser	8,43	18,20	23,77	23,78	14,00
Organische Materie	0,00	2,83	3,00	1,70	0,63
Lösliche Phosphate	15,37	14,04	12,19	10,24	13,90
Unlösliche Phosphate	15,07	6,15	7,77	7,95	23,98
Gips	36,03	36,88	36,23	38,56	31,57
Schwefelsäure	11,24	11,51	8,44	4,15	8,24
Alkalisalze	1,60	3,17	0,01	7,56	1,06
Sand	12,26	7,22	8,59	6,06	6,62
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Ammoniak	0,00	0,56	0,49	0,45	0,60

Als Beispiele von schlechten oder geradezu verfälschten Sorten dieses Düngmittels theile ich noch die folgenden Analysen mit (Nr. 1 bis 5 nach Way, Nr. 6 und 7 nach Völcker):

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Wasser	11,58	11,80	25,19	9,22	9,08	14,40	22,03
Organische Materie	8,33	5,21	3,87	15,60	8,66	8,93	Spur
Doppelt phosphorsaurer Kalk	1,61	2,58	4,74	3,41	2,90	3,60	8,55
Unlöslicher phosphors. Kalk	23,45	0,06	28,32	24,74	18,79	6,83	—
Sand rc.	6,41	5,07	2,44	10,53	7,41	19,50	2,16
Gips	26,64	74,98	35,44 (Gips und Alkalisalze)	36,50 (Gips und Alkalisalze)	50,08	44,20	64,85
Alkalisalze	21,68	0,37			3,08	2,52	2,41
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Ammoniak	Nicht best.	0,44	0,12	0,40	0,57	1,75	0,10

Häufig werden dem aus Coprolithen bereiteten Düngmittel gepulverte Rapskuchen oder auch Ammoniaksalze zugesetzt und dadurch der Werth des Fabrikates wesentlich erhöht. Bemerkenswerth ist es, daß auf derartige Beimischungen in England nicht viel Gewicht gelegt wird, während man in Schottland es für unerläßlich zu erachten scheint, daß ein guter Rübendünger neben einer reichlichen Menge von phosphorsaurem Kalke auch 2 bis 3 Prc. Stickstoff als Ammoniak oder in der Form von organischen, leicht faulenden Substanzen enthalte. Die Ursache dieser verschiedenen Anforderungen muß in den abweichenden Boden- und klimatischen Verhältnissen Schottlands und Englands zu suchen sein.

3. Dem Knochenmehl hinsichtlich der Zusammensetzung und Wirkungsart ähnliche Substanzen.

Die Knochen werden für verschiedene technische Zwecke verwendet, und die Rückstände von dieser Anwendung sind nicht selten zu einem Preise zu erhalten, welcher im Verhältniß zu der größeren und geringeren Wirkung dieser

Düngmittel als sehr niedrig betrachtet werden muß, und daher häufig die Benutzung solcher Rückstände räthlicher macht, als die Anwendung ganz frischer Knochen. Ich habe bereits erwähnt, daß die von den Seifenfabrikanten zum Behufe der Fettgewinnung ausgekochten Knochen nicht an Werth für den Landmann verlieren, ja oft eine raschere und bessere Wirkung zeigen, als die fetten Knochen selbst. In den Leimfabriken werden große Mengen von Knochen mit Salzsäure ausgezogen, um die unorganischen Bestandtheile zu entfernen. Diese sauren Auflösungen von phosphorsaurem Kalke sind oft beinahe umsonst zu erhalten und sollten stets für die Landwirthschaft in Anwendung kommen, entweder direkt oder nach ihrer Sättigung durch verfaulte Mistjauche, mit Kalk, Asche, fruchtbarer Erde, Teichschlamm rc. gemengt. Dieses so überaus billige Düngmittel wird gewiß als ein ausgezeichnetes Mittel zur Erhöhung der Heuerträge von den Wiesen zu benutzen sein, auf dem Acker jedoch, wenigstens ohne durch ammoniakalische Flüssigkeiten gesättigt zu sein, oder ohne Beimischung stickstoffhaltiger Substanzen, gewöhnlich nicht so gute Dienste thun.

Ein anderes ebenfalls der Beförderung des Pflanzenwuchses günstiges Düngmittel liefern die Zuckerraffinerien oft in beträchtlichen Massen und zu billigen Preisen. Es ist dies nämlich die Substanz, welche zur Klärung und Entfärbung des Syrups verwendet wird, und aus einem innigen Gemenge von feingepulverter Knochenkohle und Blut besteht. Die Knochen verlieren allerdings bei ihrer Verkohlung den größten Theil ihrer besonders wirksamen stickstoffhaltigen Substanz und nur eine geringe Menge von dem Stickstoffe bleibt in der Kohle zurück; jedoch wird der letzteren die ursprüngliche Wirksamkeit durch die Beimengung von Blut zum Theil zurückgegeben. Das Beinschwarz aus den Raffinerien wird namentlich in Frankreich in sehr großer Menge, besonders auf Neuland (Haiden) mit gutem Erfolge angewendet. Man unterscheidet drei Arten: 1. Schwarz mit grobem Korne, 2. Körniges Schwarz, und 3. Pulverförmiges Schwarz. Das grobkörnige Schwarz kommt in Stücken von der Größe einer Haselnuß vor; es enthält nur wenig organische Substanzen wie jede Kohle, welche nur zum Entfärben des Zuckers gedient hat; nachdem es weiter zerkleinert worden ist, eignet es sich sehr gut zur Vermischung mit thierischen Abgängen. Das körnige Schwarz ist nicht sehr verbreitet als Dünger, weil es häufig wieder belebt und nochmals zur Klärung der Zuckerlösungen verwendet wird. Wie das grobkörnige Schwarz muß auch dieses, um mit gutem Erfolge angewendet zu werden, mit einer stickstoffhaltigen Substanz versetzt werden. Das pulverförmige Schwarz ist als Dünger das wirksamste, weil es, nachdem es zum Klären gedient hat, mit dem Eiweiß des Blutes vermischt ist;

außerdem ist es durch den Zustand seiner Zertheilung leichter assimilirbar. Der Wassergehalt des Beinschwarzes der Raffinerien ist sehr verschieden; in dem Zustande, wie es gewöhnlich im Handel vorkommt, enthält es gewöhnlich 25 bis 30 Proc. In der wasserfreien Knochenkohle, vor und nach seiner Anwendung zum Klären, fanden Moride und Bobierre:

	Stickstoff.	Kohle und organische Stoffe.	Phosphorsaurer Kalk.	Kohlensaurer Kalk.	Auflösliche Salze.	Sand, Thon, Eisenoxyd rc.
	Prc.	Prc.	Prc.	Prc.	Prc.	Prc.
Frische Knochenkohle	1,12	11,6	73,1	8,0	1,0	6,3
Kohle, einmal gebraucht . .	1,95	21,1	64,6	6,4	1,6	6,3
Kohle, pulverförmige . . .	1,22	11,3	72,2	5,3	1,7	9,5
„ einmal gebraucht . .	2,83	32,0	53,7	4,9	1,5	7,9
„ zweimal gebraucht . .	3,59	42,2	46,0	3,3	1,4	7,1
Kohle, pulverförmige, frisch .	1,61	11,0	75,6	7,0	1,6	11,8
„ einmal gebraucht . .	2,54	36,2	52,6	10,0	3,8	6,2
„ zweimal gebraucht . .	3,18	42,5	47,3	4,5	0,8	5,2

Daß auch andere thierische Substanzen und Abfälle in Schlachtereien, Scharfrichtereien, Rohgerbereien, Seifensiedereien rc., wie faulendes Fleisch, Blut, Sehnen, Häute, Haare, Federn, Hornspäne, Lumpen von Wolle u. dgl., als sehr (meist 12 bis 17 Proc.) stickstoffhaltende mehr oder weniger schnell in Fäulniß übergehende Stoffe überaus wirksame Düngmittel abgeben, entweder für sich allein angewendet oder noch besser mit Erde zu einem Composte vermischt, oder auf andere in der praktischen Düngerlehre näher erörterte Weise zweckmäßig zubereitet, — bedarf keiner weiteren Erwähnung und Anpreisung; die von mir aufgestellten theoretischen Grundsätze beweisen die nothwendig günstige Wirkung der genannten Substanzen, und die Praxis hat dieselbe stets bestätigt, wo dergleichen Stoffe in größeren Quantitäten auf den Acker oder die Wiese gebracht wurden. Kein sorgsamer Landmann wird eine Gelegenheit verabsäumen, bei welcher er sich in den Besitz von Substanzen setzen kann, welche seinem Acker den wichtigsten Stoff für die Ernährung der Pflanzen, nämlich den Stickstoff in so reichlichem Maße zuführen. In einigen der genannten Körper fanden Boussingault und Payen an Stickstoff und Phosphorsäure in der wasserfreien Substanz:

	Stickstoff.	Phosphorsäure.
Pferdefleisch . .	13,23 Prc.	1,10 Prc.
Anderes Fleisch .	14,25 „	0,24 „
Grieben von Fett .	12,93 „	— „
Trockenes auflösl. Blut	15,50 „	1,63 „
Geronnenes u. ausgepreßtes Blut .	17,00 „	— „
Rückstände v. Berlinerblau	2,80 Prc.	— Prc.
Horndrehspäne . . .	15,78 „	— „
Federn	17,61 „	— „
Ochsenhaare . . .	15,12 „	— „
Wollene Lumpen . .	20,26 „	— „

4. Das Pulver der Oelkuchen.

Die Rückstände von dem Auspressen der Oelfrüchte oder die sogenannten Oelkuchen enthalten im Durchschnitt fast ebensoviel Stickstoff, als die frischen Knochen, sie werden also eine diesen ganz ähnliche Wirkung äußern, namentlich da sie, wie alle Samenkörner, ebenfalls eine nicht unbeträchtliche Menge von Phosphorsäure enthalten. Die Wirkung aber der zerstampften Oelkuchen wird eine ungleich schnellere, wenn auch nicht so nachhaltige, als beim Knochenmehle sein, besonders, wenn in jenen nicht zu viel Oel noch zurückgeblieben ist, wodurch die Zersetzung der ganzen organischen Masse etwas verzögert wird. Beschleunigt wird die Wirkung, wenn man die zerriebenen Oelkuchen vorher eine Zeit lang in Jauche hat maceriren lassen und in dieser Flüssigkeit aufgerührt über den Acker vertheilt, oder auch, wenn man dieselben mit Erde vermischt einer angehenden Fäulniß unterwirft. Die Versuche, welche im J. 1849 von E. Stöckhardt auf dem Rittergute Bröja (… sische Oberlausitz) ausgeführt worden sind, bestätigen die günstige Wirkung des Rapskuchenmehles; das zu den Versuchen benutzte Feld war fast völlig erschöpft, zu jedem Versuche diente eine Fläche von 37½ Quadratruthen, die kultivirte Pflanze war der Hafer; zur Vergleichung dienen die Erträge von Knochenmehl und von Knochenmehl mit Schwefelsäure.

Düngmittel.	Menge des Dungmittels auf 1 Hectare.	Ertrag an Körnern auf 1 Hectare.	Ertrag an Stroh und Spreu auf 1 Hectare.	Verhältniß der Körner zum Stroh.	Ertrag an Körnern Nr. 1=100	Ertr… an … Nr. 1=…
	Kil.	Kil.	Kil.		Prc.	Prc.
Nr. 1. Ohne Dünger	—	928	1215	1 : 1,31	100	100
„ 2. Knochenmehl	400	1127	1390	1 : 1,23	121,4	[illegible]
„ 3. Knochenmehl / Schwefelsäure	400 / 200	1249	1757	1 : 1,41	134,5	[illegible]
„ 4. Rapskuchen	400	1872	2387	1 : 1,28	201,7	[illegible]

Aehnliche Versuche wurden von Beck, Vorsteher der Musterwirthschaft zu Montauronne angestellt, die aus dem Grund noch ein besonderes Interesse gewähren, weil auch die Nachwirkung der Düngmittel in dem folgenden Jahre beobachtet wurde:

Art des Düngers.	Menge pr. 1. Hect.	Erträge an Körnern pr. 1 Hectare. 1843. Weizen.	1844. Hafer.	Summe.	Mehrertrag nach der Düngung.	Ertr… an Dü…
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	M.
Ungedüngt	—	667	611	1278	—	—
Oelkuchen von Madia	750	1294	644	1938	660	38,?
„ „ Baumwolle	750	1001	940	1940	662	30,?
„ „ Lein	750	1320	987	2307	1029	40,?
„ „ Raps	750	1178	1128	2306	1028	37,?
„ „ Sesam	750	1394	1067	2461	1183	80,?
Stallmist	38750	1078	1316	2394	1116	201,?
Guano	750	1914	1119	3033	1753	105,?

Diese Versuche führen zu dem mit der Theorie übereinstimmenden Schlusse, daß ein Dünger die Erzeugung von Körnern um so mehr begünstigt, je größer sein Gehalt an säulnißfähigen stickstoffhaltigen Stoffen ist, sowie daß die Oelkuchen, wenn sie in größerer Menge angewendet werden, meist im Verlauf eines Jahres sich nicht erschöpfen, sondern oft auch eine größere oder geringere Nachwirkung äußern. Der Stallmist läßt sich in seiner Wirkung nicht direkt mit den Oelkuchen und dem Guano vergleichen, weil die Zersetzung und daher die Wirkung des ersteren eine sehr langsame, aber auch um so anhaltendere ist und die Thätigkeit desselben in zwei Jahren noch nicht erschöpft ist. Aus den vorstehenden Beobachtungen scheint ferner hervorzugehen, daß die Baumwollensamen, unstreitig wegen ihrer dichten Beschaffenheit, sich nicht so schnell zersetzen, wie die Oelkuchen von Raps und Sesam.

Man hat ziemlich allgemein die Erfahrung gemacht, daß die Oelkuchen, wenn sie gleichzeitig mit der Saat auf's Feld gebracht werden, oft die Keimkraft des Samens zerstören, und aus diesem Grunde pflegt man das Düngmittel 8 bis 14 Tage vor der Saat auszustreuen. Die Ursache dieser Erscheinung kann in dem Oelgehalte der düngenden Substanz gesucht werden, welcher ein nicht unbedeutender ist (10 bis 16 Prc.), und vielleicht bewirkt, daß die Samenkörner mit einer Oelschicht sich überziehen und auf diese Weise dem Zutritt des zum Keimen nothwendigen Sauerstoffes zu dem Innern des Samens ein Hinderniß entsteht, wodurch die Keimkraft selbst zerstört wird. Es ist ferner bekannt, daß die Oelkuchen, namentlich die Rapskuchen schnell in Fäulniß übergehen; da nun in der Regel dem Gewichte nach eine ziemlich bedeutende Menge von diesem Düngmittel zur Anwendung kommt, werden sehr leicht die zarten Keime der jungen Pflanze durch ein Uebermaß der schnell sich bildenden ammoniakalischen Stoffe gleichsam erstickt, indem die faulige Gährung des Düngers dem Organismus sich mittheilt und das schnelle Absterben desselben bewirkt. Endlich will ich noch andeuten, daß in dem Rapskuchen ein eigenthümlicher scharfer, wahrscheinlich schwefelhaltiger Stoff zugegen zu sein scheint, welcher den angefeuchteten oder in Wasser aufgerührten Rapskuchen einen unangenehmen Geruch und Geschmack mittheilt und auch die Ursache ist, weshalb die Thiere nicht sofort und begierig dieses kräftige Futtermittel aufnehmen, sondern gewöhnlich erst fressen, nachdem es schon eine Zeit lang mit der Luft in Berührung sich befunden hat. Dieser Stoff kann ebenfalls den keimenden Samenkörnern nachtheilig wirken. Die Leinkuchen werden wegen ihres höheren Preises im Handel selten oder niemals als Düngmittel verwendet.

In den Leinöl- und Rapskuchen fand Anderson als Mittel aus sehr vielen Analysen die folgende Zusammensetzung:

	Wasser. Prc.	Oel. Prc.	Asche. Prc.	Protein. Prc.	Andere Stoffe. Prc.	Stickstoff. Prc.
Rapskuchen . .	10,68	11,10	7,79	29,53	40,90	4,69
Leinölkuchen . .	12,44	12,79	6,13	27,28	41,36	4,33

Die Samenkuchen der gewöhnlich angebauten Oelfrüchte sind in ihrer Wirksamkeit als Dünger im Ganzen nicht sehr von einander abweichend, da der Stickstoffgehalt in jenen Rückständen nur zwischen 4 und 5 Prc. zu schwanken pflegt; jedoch mag diese Schwankung schon einen Einfluß ausüben. Auch aus dem Grunde wird die Wirkung der verschiedenen Arten von Oelkuchen eine etwas verschiedene sein, weil die Zersetzung nicht immer gleich schnell erfolgt, z. B. bei den Hanfkuchen langsamer als bei den Lein- und Rapskuchen.

5. Die Oelkuchen, hinsichtlich der Zusammensetzung und Wirkungsart ähnliche vegetabilische Substanzen.

Den Oelkuchen ganz ähnlich verhalten sich die Rückstände und Abgänge der Samen und Früchte von der Fabrikation verschiedener Handelsprodukte. So sind die Malzkeime oder der Malzkehricht ebenso reich an Stickstoff (nach Ritthausen $3^1/_2$ bis $4^1/_2$ Prc.) wie die Oelkuchen und enthalten eine noch größere Menge von auflöslicher Phosphorsäure. Die Weintrester, das Aepfelmark oder die Rückstände von der Wein- und Ciderbereitung, die ausgepreßten und vom Zucker befreiten Runkelrüben, das Mark der Kartoffeln, welches, wie die Abwaschwasser bei der Abscheidung der Kartoffelstärke, als Nebenprodukt erhalten wird; — alle diese Substanzen werden allerdings meistens als mehr oder weniger kräftige Futtermittel für das Vieh verwendet, jedoch können sie sich in den Fabriken manchmal in so großer Quantität anhäufen, daß man sich genöthigt sieht, sie als Düngmittel auf die Felder zu bringen. Daß die genannten Stoffe, wenn sie als Düngmittel angewendet werden, als solche günstig wirken müssen, ergiebt sich schon daraus, daß in ihnen ein großer Theil der ursprünglich in den betreffenden Früchten oder Wurzeln enthaltenen stickstoffhaltigen Substanz noch vorhanden sein muß, da die gewonnenen Fabrikate sämmtlich, wie Zucker, Stärke 2c., völlig frei sind von Stickstoff. Die großentheils sehr lockere Beschaffenheit jener Stoffe, sowie die innige Vermischung der stickstofffreien Holzfaser mit den stickstoffhaltigen Pflanzengebilden ist die Ursache, weshalb dieselben einer sehr raschen Fäulniß unterliegen und also bald in die den Pflanzen zuträglichen Nahrungsstoffe sich verwandeln.

6. Sonstige als Dünger zu verwendende vegetabilische Substanzen.

Eine ungleich größere Bedeutung als die soeben genannten Substanzen haben in gewissen Gegenden die Blätter und Nadeln, sowie einzelne Gewächse

durch ihre düngende Kraft für die praktische Landwirthschaft. Die Blätter der Laubhölzer sind reicher an Stickstoff als das Stroh und ebenso enthalten sie eine ungleich größere Quantität von auflöslichen alkalischen Salzen und phosphorsauren Erden und aus diesem Grunde müssen sie natürlich auch ein größeres Düngvermögen besitzen als Stroh; die Blätter der Nadelhölzer haben eine Zusammensetzung, welche sie als Dünger verwendet weniger werthvoll macht, namentlich aus dem Grunde, weil sie in Folge ihres großen Harzgehaltes sehr langsam sich zersetzen. Die Zusammensetzung der als Waldstreu benutzten Substanzen ist namentlich von Krutzsch durch neuere Untersuchungen ermittelt worden. 100 Theile der völlig trocknen Substanzen enthielten:

	Abgefallenes Buchenlaub.	Abgefallene Fichtennadeln.	Kiefernadeln.	Haidekraut.	Waldmoos.
Stickstoff	0,8	1,3	1,0	1,0	1,1
Alkalien	0,5	0,1	0,1	0,3	0,4
Kalkerde und Magnesia .	1,8	1,0	0,7	0,7	0,6
Phosphorsäure . . .	0,4	0,5	0,3	0,1	0,3

Wo man in waldreichen Gegenden bedeutende Massen der abgefallenen Blätter sich verschaffen kann, hat man dadurch eine wesentliche Beihülfe für die Landwirthschaft, indem man auf diese Weise reichlichen Dünger zu bereiten im Stande ist, ohne die Erträge des Feldes dazu zu verwenden. Wenn man aber bedenkt, daß man mit dem Laube der Bäume sehr beträchtliche Mengen von Stickstoff, besonders aber von alkalischen und phosphorsauren Mineralverbindungen dem Boden entzieht, welche demselben nur durch die langsame Verwitterung seiner Bestandtheile wieder ersetzt werden können, so muß man den Eigenthümern der Waldungen völlig Recht geben, wenn sie die Ausfuhr von Laub oder sogenannter Waldstreu auf das Strengste verbieten. Nur wo im Hochwalde die Bäume ein kräftiges und gesundes Wachsthum zeigen und daher reichliche und zusagende Nahrung im Boden vorhanden sein muß, kann auch die Entfernung des Laubes im Herbste ohne Nachtheil für die Vegetation selbst, wenigstens innerhalb gewisser Gränzen, geschehen; wenn man aber in Wäldern, deren Boden ein durchaus magerer humusloser Sand ist und kaum noch eine mäßige Holzproduktion gestattet, das sorgfältige Zusammenlesen der unter den Bäumen sich jährlich ansammelnden Nadeln bemerkt, so kann man nur den hier sich kundgebenden Mangel an praktischer Erfahrung, wie an theoretischer Einsicht bedauern und muß dieses Verfahren als eine muthwillige Zerstörung der Wälder bezeichnen, indem hier für einen augenblicklichen kleinen Vortheil der ungleich größere Gewinn einer zukünftigen Zeit leichtsinnig dahingegeben wird.

Man hat die Erfahrung gemacht, daß die Blätter gewisser Bäume, z. B. der Eiche, wenn sie auf die angränzenden Felder niederfallen, hier nicht selten ein Hinderniß werden für die Entwicklung der Vegetation. Diese Erscheinung kann ihren Grund haben in der Entstehung einer namentlich den Getreidearten nicht zusagenden Humusmodifikation in Folge der schnellen Fäulniß der leicht sich zersetzenden Blätter; da jedoch die angedeutete den Pflanzen nachtheilige Wirkung vorzugsweise dem Laube einzelner Baumgattungen eigen ist, so muß jene Erscheinung durch die Gegenwart eines besonderen Körpers bedingt sein. Dieser Körper ist vielleicht der in den Eichenblättern enthaltene Gerbstoff, dessen nachtheilige Wirkung auf die Vegetation auch durch direkte Beobachtungen bestätigt worden ist. Durch Vermischung des aus Eichenblättern gebildeten Düngers mit Strohdünger, oder durch Compostbereitung mittelst Erde und Kalk, oder endlich auch nur durch längere Fäulniß verschwindet mit der Zerstörung des Gerbstoffes auch seine nachtheilige Wirkung.

Die sogenannte Teichstreu, welche bei der Teichwirthschaft in großer Quantität gewonnen wird, ist je nach ihrer Zusammensetzung oder je nach den Pflanzen, aus welchen sie gebildet wird, von sehr verschiedener Güte. Wo, wie oft in den Karpfenteichen, das Mannagras (Glyceria fluitans) vorherrscht, wird die Teichstreu von der besten Sorte sein und der mittelst derselben producirte Dünger dem mit Stroh erhaltenen keineswegs nachstehen; sind jedoch die Binsen und Schilfarten in überwiegender Menge zugegen, so nimmt damit auch die Güte der Teichstreu bedeutend ab, da diese dann viel ärmer an Stickstoff und an auflöslichen alkalischen Substanzen sein wird als in dem ersteren Falle. Auch die einzelnen Schilfarten und Binsen selbst bedingen, je nachdem sie in größerer oder geringerer Menge vertreten sind, in der Streu einen höheren oder geringeren Werth, sowohl in chemischer wie in physikalischer Hinsicht. Der Rohrkolben (Typha latifolia) ist ziemlich reich an alkalischen Stoffen und eignet sich wegen seiner porösen schwammigen Beschaffenheit recht gut zur Düngerbereitung, weil er große Mengen von flüssigen Excrementen der Thiere in sich aufnehmen und zurückhalten kann und selbst leicht der Verwesung unterliegt; das gewöhnliche Schilfgras (Arundo phragmites) und die binsenartigen Gewächse dagegen sind wegen ihrer Härte und Zähigkeit weit weniger geneigt in Humus sich zu verwandeln und enthalten unter ihren Aschenbestandtheilen nur geringe Mengen von alkalischen Salzen, die Asche besteht großentheils aus Kieselsäure. Die folgenden Analysen, von denen Nr. 1 bis 3 Stöckhardt, Nr. 4 Richardson ausgeführt hat, zeigen die näheren Aschenbestandtheile einiger oft als Streu und Dünger benutzten Pflanzen:

	1. Rohrkolben. (Typha latifolia.)	2. Kleine Binse. (Scirpus sylvaticus).	3. Große Binse. (Sc. lacustris).	4. Schilfgras. (Arundo phragmites).
Alkalische Salze . .	32,0 Prc.	12,5 Prc.	5,0 Prc.	7,5 Prc.
Gips	0,7 „	5,6 „	4,2 „	6,0 „
Phosphorf. Kalkerde .	11,5 „	16,3 „	10,3 „	5,4 „
Kohlensaure Kalkerde .	45,2 „	8,2 „	21,0 „	1,5 „
Kohlensaure Magnesia	3,2 „	4,0 „	4,7 „	0,7 „
Kieselsäure	7,6 „	53,3 „	55,1 „	78,9 „
	100,2 Prc.	99,9 Prc.	100,3 Prc.	100,0 Prc.
Aschenprocente . . .	5 „	4 „	2 „	1,62 „

Die Teichstreu kann, ungeachtet die sie bildenden Pflanzen im frischen Zustande oft mehr und werthvollere pflanzenernährende Substanzen enthalten, als die gewöhnlich als Einstreu benutzten Stroharten, dennoch in der Praxis einen weniger kräftigen Dünger liefern, als diese, und zwar aus dem Grunde, weil jene Gewächse gewöhnlich erst im Spätherbste geschnitten werden und wegen feuchter Witterung nicht selten bis in den Winter hinein allen Einflüssen der Atmosphäre ausgesetzt bleiben, so daß, wenn endlich die Substanz nothdürftig abgetrocknet ist, ein großer Theil der werthvollen Bestandtheile durch Auslaugen und Fäulniß bereits verloren gegangen ist.

Die **Seegräser** oder **Algen**, welche an den Meeresküsten von der See ausgeworfen werden, sind für die Landwirthschaft der Küstenländer von großer Bedeutung. An manchen Küsten Englands und Frankreichs wird mit diesem Material behufs der Düngerbereitung ein ausgedehnter Handel getrieben. Die Seegräser sind verhältnißmäßig sehr reich an den wirksamen Bestandtheilen des gewöhnlichen Düngers, nämlich an Stickstoff und an mineralischen auflöslichen Salzen. An Aschenbestandtheilen fand **Forchhammer** in einigen Arten von Algen, welche in der Nord- und Ostsee besonders häufig vorkommen:

	1. Fucus vesiculosus.	2. Laminaria latifolia.	3. Furcellaria fastigiata.
Kali	8,98	23,35	20,24
Natron	9,63	14,46	23,47
Kalkerde	21,54	8,27	5,71
Magnesia	10,91	6,80	10,46
Phosphorsaure Kalkerde	9,62	12,81	3,75
Schwefelsäure	26,22	12,63	30,92
Chlor	2,10	20,99	5,24
Kieselerde	11,00	0,69	0,21
	100,00	100,00	100,00
Aschenprocente in der bei 100° getrockneten Substanz	16,22	13,62	18,92

Die Gesammtmenge der Asche ist höher als bei irgend einer anderen der gewöhnlich vorkommenden Pflanzen; in den Seegräsern besteht nämlich im Durchschnitt fast $^1/_6$ der ganzen getrockneten Masse aus Mineralsalzen oder Aschenbestandtheilen. Merkwürdig ist die außerordentlich große Quantität der Schwefelsäure, welche mit Kalkerde und Alkalien verbunden auftritt; außerdem aber ist es hauptsächlich der nicht unbeträchtliche Alkali-, namentlich Kaligehalt, welcher den Werth dieser Gewächse als Dünger zum Theil bestimmt und um so auffallender ist, da das Meerwasser nur sehr geringe Mengen von Kali enthält, dagegen bekanntlich sehr reich ist an Natronsalzen. Den Hauptvorzug aber haben die Seegräser vor anderen Vegetabilien durch ihren verhältnißmäßig großen Gehalt an Stickstoff, welcher gegen 2 Prc. und darüber von der trockenen Substanz ausmacht und also in dieser Hinsicht mit dem trockenen Stall- und Hofdünger auf gleicher Stufe der Wirksamkeit stehen muß. Wenn man noch die poröse lockere Beschaffenheit der in Rede stehenden Substanz, und deren leichte Zersetzbarkeit und hygroskopischer Eigenschaften beachtet, so wird man auch vom theoretischen Standpunkte aus den durch die Praxis festgestellten hohen Werth der Seegräser als Düngmittel vollständig zu würdigen und zu erklären im Stande sein.

Die einzelnen Stroharten sind als Dünger in demselben Grade in ihrer Wirkung verschieden, wie sie als Nahrungsstoffe von einander abweichend sich verhalten, wenn auch in letzterer Hinsicht nicht allein die chemische Zusammensetzung, sondern auch die mechanische Struktur wahrscheinlich in höherem Grade in Betracht gezogen werden muß, als wenn sie zu Dünger unmittelbar verwendet werden. Das Stroh vom Weizen und Hafer hat durchschnittlich einen etwas höheren Werth als das vom Roggen und von der Gerste; die Abweichungen sind aber nur von geringer Bedeutung, dagegen sehr beträchtlich, wenn man die Halme der Getreidearten vergleicht mit dem Kraute der Hülsengewächse; die letzteren Pflanzen werden jedoch selten direkt als Dünger verwendet, höchstens nur die Stengel der Saubohne, sie dienen fast durchgängig als Nahrungsmittel für das Vieh. Als vegetabilische Abgänge, welche auf einem Gute zur Vermehrung des Düngers beitragen können, sind hier noch die Blätter der Kartoffeln, Runkeln und Kohlrüben anzuführen, welche Stoffe jedoch auch häufig an das Vieh verfüttert werden. Endlich müssen hier die holzigen Stengel von Raps, Topinambur, der Madia &c. Erwähnung finden, welche häufig gleich auf dem Felde zu Asche verbrannt, weit zweckmäßiger jedoch auf den Düngerstätten entweder als Unterlage verwendet oder dem Dünger selbst beigemischt werden. Die Stengel des Raps und der Madia können auch als Streu benutzt werden, die holzige Beschaffenheit der Topinambur-Stengel er-

laubt jedoch diese Verwendung nicht, wenigstens muß zu diesem Behufe eine mechanische Zerquetschung und Zerkleinerung vorausgehen; dagegen erleidet die Holzfaser eine ziemlich schnelle Zersetzung, wenn sie mit Jauche getränkt eine Zeitlang deren Einwirkung ausgesetzt ist, und man erhält auf diese Weise aus den Topinamburstengeln einen Dünger, der um so schätzenswerther ist, als jene vegetabilischen Rückstände, deren Menge auf 1 Hectare oft 10 bis 12000 Kil. beträgt, eine nicht unbeträchtliche Menge Stickstoff, nämlich ungefähr 0,4 Prc. enthalten und also im Stande sind den Boden auf 1 Hectare 40 bis 50 Kil. Stickstoff zu bereichern, welcher natürlich für eine bestimmte Vegetation verloren geht, wenn jene Vegetabilien verbrannt und nur die Asche auf Feld oder Wiese ausgestreut wird. Auch die Compostbereitung aus den genannten Pflanzenstoffen mittelst Aetzkalk und Erde wird oft vortheilhaft sein.

Ueber die Gründüngung im engeren Sinne des Wortes, oder über die Verbesserung des Ackers durch Anbau gewisser Pflanzen und Unterpflügung derselben nach ihrer Entwickelung bis zur Blüthe, also im grünen unreifen Zustande, werde ich in einem Abschnitte der nächsten Abtheilung dieses Werkes einige theoretisch-praktische Bemerkungen mittheilen und daher hier diesen Gegenstand unbeachtet lassen.

7. Der Guano.

Der Guano ist in neuerer Zeit sehr häufig, namentlich um den praktischen Düngwerth seiner verschiedenen Sorten zu bestimmen, zum Gegenstande ausführlicher und genauer Analysen gemacht worden. Diese Untersuchungen haben gezeigt, daß die Zusammensetzung und somit die Wirksamkeit des Guano in den verschiedenen Sorten eine außerordentlich verschiedene sein kann. Um ein Bild dieser abweichenden Zusammensetzung des Guano zu geben, mögen die folgenden in neuerer Zeit ausgeführten Analysen dienen. Nr. 1 bezieht sich auf den fast allgemein angewendeten, ächt peruanischen Guano, die Analyse ist von mir ausgeführt; die Analyse Nr. 2 ist von Völckel, Nr. 3 von Bertels mitgetheilt.

	1.	2.	3.
Harnsaures Ammoniak	10,70	9,0	3,24
Oxalsaures Ammoniak	12,38	10,6	13,35
Oxalsaurer Kalk	5,44	7,0	16,36
Phosphorsaures Ammoniak . . .	19,25	6,0	6,45
Phosphorsaures Magnesia-Ammoniak	—	2,6	4,20
Schwefelsaures Kali	4,50	5,5	4,23
Schwefelsaures Natron	1,95	3,8	1,12
Schwefelsaures Ammoniak	3,36	—	—
Salmiak	4,81	4,2	6,50
Phosphorsaures Natron	—	—	5,29
Chlornatrium	—	—	0,10
Phosphorsaurer Kalk	15,56	14,3	9,94
Kohlensaurer Kalk	1,80	—	—
Thon und Sand	1,59	4,7	5,80
Thonerde	—	—	0,10
Wachs- und harzähnliche Materie . .	—	—	0,60
Feuchtigkeit	9,14	32,3	22,72
Unbestimmte organische humusartige Materie	10,00		
	100,00	100,0	100,00

Weniger ausführlich, aber zur Beurtheilung des Düngwerthes der betreffenden Guanosorte ausreichend sind die folgenden, Nr. 4 bis 7 von Stöckhardt, Nr. 8 bis 10 von mir angestellten Analysen:

	4.	5.	6.	7.
Stickstoff	12,56	6,8	0,74	0,4
Organische Stoffe . . .	59,1	37,0	9,0	6,8
Kalisalze	2,9	2,7	Spur	Spur
Natronsalze	0,5	4,0	3,6	1,2
Phosphorsaure Erden . .	26,0	29,1	60,0	9,5
Gips	—	—	5,4	2,3
Kohlensaure Kalkerde . . / Kohlensaure Magnesia . .	Spur	Spur	Spur	
	101,1	80,6	78,7	

	8.	9.	10.
Phosphorsaurer Kalk	30,44	35,63	54,38
Kohlensaurer Kalk	14,00	17,11	10,75
Stickstoffhaltige organische Substanz .	18,38	23,30	15,44
Feuchtigkeit	29,79	13,55	9,56
Sand	2,85	3,10	2,21
Magnesia, Alkalisalze und Verlust . .	4,54	7,31	7,66
	100,00	100,00	100,00

Von den hier aufgeführten Guanosorten sind Nr. 1 und 4 die vorzüglichsten, ächt peruanische, sie enthalten über 12 Prc. Stickstoff, Nr. 2, 3

und 5 sind von mittlerer Güte mit etwa 7 Prc. Stickstoff (afrikanischer Guano von Ischaboe), Nr. 8, 9 und 10 gehören zu den schlechten Sorten und zeigen einen Gehalt von 2 bis 4 Prc. Stickstoff; Nr. 6 ist ein sehr schlechter Guano, welcher nicht einmal 1 Prc. Stickstoff enthält (aus Patagonien) und Nr. 7 ein geradezu verfälschter oder nachgemachter Guano, welcher aus England nach Deutschland eingeführt worden ist. Der Guano von Chili ist verschieden zusammengesetzt, zuweilen dem peruanischen ähnlich, oft aber stark ausgewaschen und dann nur dem patagonischen an Werth gleich zu achten.

In dem Guano bemerkt man häufig, in guten wie in schlechten Sorten, weiße Knollen, größere oder kleinere harte Körner, welche Stöckhardt im peruanischen, wie im patagonischen, folgendermaßen zusammengesetzt fand:

	Guano aus Peru.	Guano aus Patagonien.
Verbrennliche Stoffe	74 Prc.	13 Prc.
Stickstoff darin	$15^1/_4$ "	$^7/_8$ "
Phosphorsaurer Kalk . . .	16 "	68 "
Gips	— "	3 "

Der frische unzersetzte Guano enthält oft eine noch weit größere Quantität Harnsäure, als die obigen Analysen angeben; so fand Shier in einem vorzüglichen amerikanischen Guano 35 Prc. und Fritsche in den weißen Knollen des peruanischen sogar über 60 Prc. Harnsäure. Der Guano auf der Insel Ischaboe ist seit mehreren Jahren schon vollständig erschöpft und die Insel wird daher von den Schiffen nicht mehr besucht. Die Seevögel, welche zu der Bildung von den Guanolagern, unter günstigen äußeren Umständen, die Veranlassung geben, kehrten zurück und haben dort schon wieder ein Lager von ganz frischem Guano gebildet, dessen Zusammensetzung von Rowney ermittelt wurde:

	Neuer Ischaboe.	Alter Ischaboe.	Peru.
Wasser	17,45	23,33	13,07
Organische Substanz .	30,51	30,13	52,61
Phosphate	15,76	29,95	24,12
Kohlensaurer Kalk . .	4,98	Spur	—
Alkalische Salze . .	5,33	4,19	8,77
Sand	25,97	2,52	1,44
	100,00	100,00	100,00
Ammoniak	10,81	8,47	17,41

Eine andere Probe eines afrikanischen neuen Guanos (wahrscheinlich vom Cap der guten Hoffnung) ist nach Deutschland gekommen und von Stöckhardt untersucht worden; diese Guanosorte war sehr schlechter Art,

da sie nur 13 Prc. verbrennlicher Substanz und in dieser nur ³/₁₀ Prc. Stickstoff, dagegen 13 und in den weißen Knollen sogar 41 Prc. Gips enthielt. Bei dieser Sorte konnte man keine absichtliche Verfälschung mit Gips annehmen, weil unter dem Mikroskope der Gips als regelmäßige Krystallchen sich darstellte, welche im gemahlenen Gips nicht vorkommen.

Im Jahre 1855 sind wieder einige neue Guanosorten in den Handel gebracht worden:

a. Mexikanischer Guano, Nr. 1 und 2 von Anderson, Nr. 3 von Stöckhardt untersucht, bildet ein feines, feuchtes Pulver mit eingemengten harten, größeren und kleineren Stücken, die nach dem Auswaschen mit Wasser als weiße steinige Kalkconcretionen (dem Korallenkalk nicht unähnlich) sich erwiesen.

b. Columbischer Guano besteht aus sehr harten Stücken, die im Bruch dichtkörnig und gleichförmig sind.

c. Indischer Guano, ein dunkelbraunes, sehr voluminöses und leichtes Pulver; die beiden letzten Sorten wurden von Anderson untersucht:

	a. 1.	a. 2.	a. 3.	b.	c.
Wasser	20,53	17,57	23,7	1,03	23,32
Organische Materie	7,59	7,08	11,1	6,78	60,05
Phosphate	31,60	58,32	53,8	75,69	7,18
Kohlensaurer Kalk	36,06	14,17	10,5	—	2,79
Alkalisalze	3,63	2,45	Spuren	4,91	5,58
Sand	0,90	0,41	0,9	11,64	0,78
	100,00	100,00	100,0	100,00	100,00
Ammoniak	0,43	0,84	0,56	0,11	10,27

Ich lasse hier noch eine von Johnston entlehnte Uebersicht folgen über die mittleren Mengenverhältnisse der wesentlicheren Bestandtheile in den von verschiedenen Ländern her eingeführten Guanosorten:

Fundort.	Wasserprocente.	Organische Substanz und Ammoniaksalze.	Phosphorsaure Verbindungen.	Stickstoff.
Bolivia	von 5— 7	von 56—64	von 25—29	von 12—14
Peru	„ 7—10	„ 55—66	„ 16—23	„ 12—14
Chili oder Valparaiso	„ 10—13	„ 50—56	„ 22—30	„ 10—13
Chili, schlechtere Sorten	„ 10—15	„ 12—20	„ 30—40	„ 2— 4
Ischaboe	„ 18—26	„ 36—44	„ 21—29	„ 7— 9
Saldanha-Bay	„ 17—34	„ 14—22	„ 45—56	„ 1— 2
Algoa-Bay	„ 2—24	„ 23	„ 43—70	„ 1— 3
Patagonien	„ 14—40	„ 16—38	„ 17—40	„ ½— 3
Possession-Insel	„ 18—25	„ 22—24	„ 42—47	„ 1— 3
Paternoster-Insel	„ 24—29	„ 20—22	„ 32—40	„ 1— 3
Südafrika oder Bird's-Insel	„ 14—25	„ 19	„ 5—22	„ 1— 3
Halifax-Insel	25	21	23	3
Australien	18	20	30	3
Holmes' Bird-Insel	24	39	25	7
Angra Pequena	23	53	12	9

Die stickstoffreichsten und deshalb werthvollsten Guanosorten sind die peruanischen und von diesen wiederum der sogenannte Anagamos-Guano, welcher eine völlig frische Ablagerung ist und mit der Hand von den Felsen abgesammelt wird; er liefert, nach Anderson, bei der Analyse 20,5 Prc. Ammoniak und mag wohl hinlänglich genau den Gehalt der völlig frischen Excremente der Vögel an Stickstoff angeben. Der gewöhnliche peruanische Guano giebt höchstens 17,5 Prc. Ammoniak.

Es ist schon oben vorläufig von dem Guano und seiner günstigen Wirkung auf die Vegetation als einer sehr stickstoffhaltigen Substanz die Rede gewesen. Die Zusammensetzung der besseren Guanosorten beweist, daß in denselben kein einziger Stoff enthalten ist, welcher nicht zur Ernährung der Pflanze das Seinige beitrüge, indem selbst die Gegenwart der nicht stickstoffhaltigen organischen Stoffe nothwendig zu sein scheint, um die sonst zu schnelle Zersetzung und Verflüchtigung dieses Düngers zu verhindern; auf der anderen Seite sind aber alle und jegliche Substanzen zugegen, welche irgendwie das Wachsthum der Pflanze, unseren Erfahrungen zufolge, zu fördern im Stande sind, so besonders auflösliche phosphorsaure Alkalien und Erden, außerdem alkalische Verbindungen der Schwefelsäure und des Chlors. Im Allgemeinen bestimmt der Stickstoffgehalt den Werth des Düngers; hiernach zeigen die verschiedenen Guanosorten weit größere Abweichungen, als dies bei irgend einem anderen künstlichen oder natürlichen Düngmittel der Fall zu sein pflegt, da der Stickstoffgehalt im Guano von 1 bis 16 Prc. variirt, ohne daß man Ursache hätte, eine absichtliche Verfälschung anzunehmen.

8. Dem Guano ähnlich zusammengesetzte Düngmittel.

Der Guano ist, wie aus seiner Zusammensetzung sich ergiebt, von den Excrementen der Vögel gebildet, welche auf den Guanoinseln nahe der Küste von Chili, Peru und anderer Länder, Jahrtausende hindurch, wie zum Theil noch gegenwärtig, in Schaaren von Millionen zu der allmäligen Ansammlung von ausgebreiteten und oft viele Fuß mächtigen Guanolagern die Veranlassung gegeben haben. Die Excremente dieser Vögel haben unter dem unvollkommenen Zutritt der Luft und durch den Prozeß der Fäulniß eine größere oder geringere Umänderung erlitten, indem die frischen Excremente der Vögel weit reicher an Harnsäure zu sein pflegen, als der Guano, welcher letztere dagegen eine größere Menge von oxalsauren und humussauren Verbindungen enthält, die theilweise erst in Folge der Zersetzung entstanden sind. Schon die Excremente der körnerfressenden Vögel, wie z. B. der Tauben sind sehr reich an Stickstoff, da der frische Taubenmist nach Boussingault

im getrockneten Zustande über 9 Prc. Stickstoff enthält, also in diesem Gehalte einer Guanosorte wenigstens von mittlerer Güte gleich gesetzt werden kann.

In heißen Ländern trocknen die Excremente der Thiere sehr rasch aus, wodurch bewirkt wird, daß der größte Theil der stickstoffhaltigen Substanz längere Zeit unverändert bleibt, da dieselbe nur bei Gegenwart von Feuchtigkeit schnell und vollständig in leicht sich verflüchtigendes kohlensaures Ammoniak sich verwandelt. Der an der Luft getrocknete Taubenmist ist in neuerer Zeit von Egypten aus nach England eingeführt und hier als ein dem Guano ähnlich wirkendes Düngmittel zum Verkauf ausgeboten worden. Dieser Dünger enthielt nach einer in Johnston's Laboratorium ausgeführten Analyse folgende Bestandtheile:

Wasser	6,65	Prc.
Organische Substanz, enthaltend 3,27 Prc. Stickstoff, welche 3,96 Prc. Ammoniak entsprechen	59,68	„
Ammoniak	1,50	„
Alkalische Salze	0,42	„
Phosphorsaure Kalkerde und Magnesia	7,96	„
Kohlensaure Kalkerde	2,37	„
Kieselige Substanz (hauptsächlich Sand)	21,42	„
	100,00	Prc.

Noch weit stickstoffreicher ist der Mist der fleischfressenden Vögel; Coindet fand in den Excrementen dreier verschiedener Adlerarten folgende Mengenverhältnisse der vorherrschenden Bestandtheile:

	Adler vom Senegal.	Amerikanischer Jagdadler.	Amerikanischer Fischadler.
Harnsäure	89,79	90,37	84,65
Ammoniak	7,85	8,87	9,20
Phosphorsaurer Kalk	2,36	0,76	6,15
	100,00	100,00	100,00

Die Guanolager sind durch die Excremente fleischfressender, namentlich von Fischen lebender Vögel, entstanden. Wenn auch die verschiedenen Arten dieser Vögel zu der Ablagerung von Guanosorten von etwas verschiedener Zusammensetzung Veranlassung gegeben haben, so können diese Abweichungen doch keinenfalls so bedeutend sein, wie man sie in Wirklichkeit gefunden hat; es wird ohne Zweifel eine spätere, je nach den äußeren Umständen mehr oder weniger vollständige Umänderung jener ursprünglichen Excremente stattgefunden haben, zum Theil auf die Weise, daß das überfluthende Meerwasser, besonders aber die heftigen tropischen Regengüsse eine Auslaugung

der Substanzen und die Fortführung der in Wasser auflöslichen Stoffe bewirkten, theils auch dadurch, daß unter dem Einflusse des Fäulnißprozesses die Bildung und Verflüchtigung der vorzugsweise wirksamen ammoniakalischen Verbindungen stattfand. Der Werth des Guano ist im Allgemeinen bedingt durch die Regenmenge, welche an seinem Fundorte jährlich zu fallen pflegt. In Peru und Bolivia, wo es fast niemals regnet, hat der Guano seine ursprüngliche Zusammensetzung am meisten beibehalten, ist er am wenigsten ausgewaschen worden, ebenso zum Theil in Chili und auf Ischaboe; dagegen haben in Patagonien, an der Saldanhabai und anderswo die dort stattfindenden heftigen atmosphärischen Niederschläge die mehr oder weniger vollständige Auflösung und Fortführung der vorzugsweise werthvollen Stoffe bewirkt.

In neuester Zeit ist ein Düngmittel aus Fischen bereitet und unter dem Namen von Fischguano mit Recht sehr angepriesen worden. Man benutzt nämlich hierzu die Fischabfälle in den großen Fischereien an den englischen, französischen und norwegischen Küsten und bereitet daraus durch einfaches Trocknen, nach vorausgegangener zweckmäßiger Behandlung des betreffenden Rohmateriales, einen sehr werthvollen Dünger, welcher hinsichtlich seines Gehaltes an den beiden wichtigsten Düngerbestandtheilen, an Phosphorsäure und Stickstoff, oft dem besten peruanischen Guano an die Seite gestellt werden kann. Der Fischguano besteht theils aus den Knochen oder Gräten, theils aus dem getrockneten Fleische der Fische; die ersteren haben eine ganz ähnliche Zusammensetzung, wie die Knochen der Säugethiere, wie Fremy gezeigt hat:

	Asche.	Phosphorsaurer Kalk.	Phosphorsaure Magnesia.	Kohlensaurer Kalk.
Kabeljau 1.	61,3 Prc.	55,1 Prc.	1,3 Prc.	7,0 Prc.
„ 2.	61,2 „	55,0 „	1,3 „	6,5 „
Karpfen	61,4 „	58,1 „	1,1 „	4,7 „
Hecht	66,9 „	64,2 „	1,2 „	4,7 „
Aal	57,0 „	56,1 „	Spuren	2,2 „
Rochen	65,3 „	64,4 „	Spuren	1,3 „
Knorpel	30,0 „	27,7 „	Spuren	4,3 „

An Stickstoff ist in den festen Gräten der Fische 5 Prc. und in den Knorpeln bis 10 Prc. und darüber enthalten. Noch stickstoffreicher scheint das Fleisch der Fische zu sein; Way fand als Mittel zweier Analysen in einer Art kleiner Häringe, in den Sprotten 64,1 Prc. Wasser, 19,1 Prc. Fett und 16,8 Prc. stickstoffhaltiger Substanz; die letztere enthielt 11,53 Prc. Stickstoff, die frischen Fische daher ungefähr 2 Prc.; in der Asche wurden 42 Prc. Phosphorsäure und 19,56 Prc. Kali nachgewiesen. In den käuf-

lichen gesalzenen Häringen fanden Anger und Lottermoser 25 bis 30 Prc. Trockensubstanz und in der letzteren:

	1.	2.	3.
Stickstoff	5,79 Prc.	5,96 Prc.	7,75 Prc.
Phosphorsaurer Kalk . .	13,46 „	13,52 „	9,30 „

Die längere Zeit hindurch aufbewahrten gesalzenen Häringe enthalten also weniger Stickstoff als die frischen, in welchen man, wie überhaupt in allen Fischen, nach Entfernung des Wassers und Fettes durchschnittlich 10 bis 12 Prc. Stickstoff annehmen kann. Hiermit stimmt auch die Zusammensetzung der schon im Handel vorkommenden Sorten von Fischguano überein:

	Stickstoff.	Phosphate.
Französischer Fischguano	11,6 Prc.	22,6 Prc.
Englischer Fischguano von Petitt . .	9,3 „	16,8 „
Englischer Fischguano von Green Nr. 1.	9,1 „	3,6 „
Derselbe Nr. 2.	13,8 „	0,5 „
Norwegischer Fischguano von Schübler.	13,5 „	25,0 „

Auch in Deutschland, am Jahder Meerbusen hat ein Fabrikant Denker einen künstlichen Guano durch Trocknen von kleinen Krebsen (Granaten oder Garnälen) bereitet, einen sogenannten Granatguano; die Analyse dieses Fabrikates ergab nach Wicke:

Organische Substanz und etwas Feuchtigkeit	69,21 Prc.	Chlorkalium	2,10 Prc.
Kieselerde, Sand	13,64 „	Schwefelsaures Natron . .	1,08 „
Kohlensaurer Kalk	6,32 „	Eisenoxyd	0,23 „
Phosphorsaure Erden . . .	5,26 „		99,96 Prc.
Chlornatrium	2,12 „	Stickstoff	11,0 Prc.

Die Analysen der genannten Sorten von Fischguano beweisen die vorzügliche Güte derselben als Düngmittel; sie sind offenbar theils durch Eintrocknen der ganzen Fische, theils durch Trocknen der fleischigen Theile allein dargestellt worden. Andere Sorten von sogenanntem Fischguano giebt es noch, welche einen geringeren Düngwerth besitzen. Völcker untersuchte einen Fischguano, welcher 10,5 Prc. auflöslichen und 17,8 Prc. unlöslichen phosphorsauren Kalk, außerdem 27,6 Prc. Gips und 19,7 Prc. organischer Substanz enthielt und also ein gutes Superphosphat des Kalkes war, bereitet durch Behandlung von Fischknochen mit Schwefelsäure und nachheriges Trocknen. Ein anderes von demselben Chemiker untersuchtes Düngmittel wurde in England unter dem Namen Fischsalzdünger verkauft und enthielt 85,6 Prc. Kochsalz mit Spuren von Kalk, Magnesia und Schwefelsäure, außerdem 6,3 Prc. Fischschuppen und andere Fisch-

abfälle und 2,4 Prc. kohlensauren Kalk und Sand; es war also eine Substanz, welche mit einem guten Fischguano kaum eine entfernte Aehnlichkeit zeigte.

De Molon bereitet an der französischen Küste aus Madreporen, getrocknetem Pferdefleisch, Fischen und Beinschwarz einen Dünger, den er Zoofime nennt. In einer Probe dieses Düngmittels fanden Moride und Robierre 26,6 Prc. organische Stoffe (mit 2,67 Prc. Stickstoff), 20,4 Prc. phosphorsauren Kalk, 40,4 Prc. kohlensauren Kalk, 7,0 Prc. Kieselerde und 5,1 Prc. Magnesia, Eisenoxyd und Thonerde.

Ich will hier noch an einige Düngmittel erinnern, von denen in dem Kapitel, welches von der allgemeinen Theorie des Düngers handelte, schon die Rede war; Düngmittel, welche fast ausschließlich durch ihren großen Stickstoffgehalt einen günstigen Einfluß auf die Ertragsfähigkeit des Bodens äußern:

1. Der Chilisalpeter oder das salpetersaure Natron findet man mit erdigen Substanzen vermischt in einigen Provinzen von Chili, wird durch Auflösen in Wasser und Eindampfen der Lösung bis zur Trockenheit gereinigt und in diesem Zustande in den Handel gebracht. Die außerordentlich günstige Wirkung dieses Düngmittels auf das Wachsthum der Halmfrüchte hat demselben ungeachtet seines hohen Handelspreises eine wichtige Stelle unter den käuflichen Düngstoffen gesichert. Besonders günstig scheint es zu wirken, wenn es in verhältnißmäßig geringer Menge ausgestreut wird; auf Kalkboden übertrifft es den besten Guano an Wirksamkeit. Der im Handel vorkommende Chilisalpeter ist meistens ziemlich rein und nur zuweilen durch Beimischung von billigen Salzen, namentlich von Kochsalz und Glaubersalz verfälscht. Die folgenden im Handel vorgekommenen Sorten sind Nr. 1 bis 4 von Anderson, Nr. 5 von Völcker analysirt und haben sich als gute und unverfälschte Waare erwiesen:

	1.	2.	3.	4.	5.
Salpetersaures Natron . . .	90,34	91,14	94,77	95,68	98,41
Chlornatrium	4,79	4,84	1,48	1,43	0,63
Schwefelsaures Natron . . .	1,59	1,44	0,75	0,39	Spuren
Sand	1,34	0,98	0,66	0,24	0,28
Wasser	1,94	1,60	2,34	2,36	0,68
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Dieselbe Zusammensetzung hat auch Stöckhardt in sehr zahlreichen Analysen gefunden; er theilt die im Handel vorkommenden unverfälschten Sorten in 4 Klassen: 1. Völlig weißer Chilisalpeter, 2. grauer oder gelb-

licher gewöhnlicher Chilisalpeter, bester Sorte, 3. grauer oder gelblicher Salpeter, mittlerer und 4. geringster Sorte:

	1.	2.	3.	4.
Salpetersaures Natron . . .	99,6	95,5	92,0	88,8
Schwefelsaures Natron . . .	0,1	1,8	1,5	4,9
Chlornatrium	0,2	1,2	1,5	1,6
Sonstige fremde Stoffe . . .	0,1	1,5	3,0	1,7
Feuchtigkeit	—	—	2,0	3,0
	100,0	100,0	100,0	100,0

In einer in Köln verkauften Sorte Chilisalpeter fand vom Rath über 30 Prc. Kochsalz, während in Tharand eine andere aus Berlin bezogene Probe sogar 40,4 Prc. Kochsalz, 10,8 Prc. Glaubersalz und nur 37,7 Prc. salpetersaures Natron enthielt.

2. Ammoniakhaltiges Wasser der Gasfabriken. Diese Flüssigkeit, die bei der Bereitung von Steinkohlengas als Nebenprodukt gewonnen wird, enthält kohlensaures Ammoniak, ein wenig Schwefelammonium, Spuren von Theer und harzartigen Substanzen. Die Wirksamkeit als Dünger ist allein durch das darin enthaltene Ammoniak bedingt. Da, wo dieses ammoniakhaltige Wasser zum Düngen gebraucht wird, kommt es oft sehr verdünnt in den Handel. Auch liefern verschiedene Kohlen sehr abweichende Mengen Ammoniak bei der Gasbereitung. Zwei zu verschiedenen Zeiten von der Cirencester Gasfabrik erhaltene Proben dieser Flüssigkeit enthielten nach Völcker 1,8 und 2,7 Prc. Ammoniak.

3. Ammoniaksalze. Gewöhnlich dient das Gaswasser zunächst zur Darstellung von Ammoniaksalzen, namentlich von schwefelsaurem Ammoniak und Salmiak, welche Salze auch aus anderen Materialien gewonnen und sehr häufig in England, zuweilen auch in Deutschland als ein Ueberstreudünger für Cerealien und auf Wiesen angewendet werden. Das rohe schwefelsaure Ammoniak des Handels ist gewöhnlich ziemlich rein, zuweilen jedoch auch mit Kochsalz und Glaubersalz verfälscht; zwei von Völcker untersuchte Sorten enthielten:

	1.	2.
Wasser	0,11	2,17
Feuerfeste Salze . . .	0,11	3,08
Schwefelsaures Ammoniak	99,88	94,75
	100,00	100,00

In 100 Theilen der völlig reinen Ammoniak- und salpetersauren Salze ist an Stickstoff enthalten:

Schwefelsaures Ammoniak	. .	21,21 Prc.
Salmiak	.	26,20 „
Salpetersaures Natron	. .	16,48 „
Salpetersaures Kali	. . .	13,84 „

Da der Düngwerth dieser Salze ausschließlich nach ihrem Stickstoffgehalt beurtheilt werden muß, so sieht man, daß der Salmiak einen höheren Werth hat als das schwefelsaure Ammoniak, und der Natronsalpeter kräftiger wirken muß als der Kalisalpeter; das zuletzt genannte Salz hat übrigens wegen seiner Benutzung zur Pulverfabrikation einen viel zu hohen Handelspreis, als daß es mit Vortheil zur Düngung der Felder verwendet werden könnte.

4. Ein anderes Düngmittel, welches fast ausschließlich durch seinen Stickstoffgehalt wirkt, ist der Ruß, namentlich der Steinkohlenruß, welcher reicher an Stickstoff ist als der Holzruß. Der Steinkohlenruß wird in England mit vorzüglichem Erfolg zur Ueberdüngung der Halmfrüchte im zeitigen Frühjahr verwendet. Das Ammoniak ist daran an Schwefelsäure gebunden und es macht daher der Steinkohlenruß fast gar nicht ammoniakalisch. Der käufliche Ruß ist oft mit fein gesiebter Kohlenasche verfälscht; und da überdies verschiedene Proben sehr veränderliche Quantitäten Ammoniak enthalten, so läßt sich leicht erklären, daß die Erfolge der Rußdüngung sehr verschieden ausfallen müssen. In mehreren Proben von käuflichem Steinkohlenruß fand Völcker sehr verschiedene Mengen von Ammoniak, in einer nämlich 1,872 Prc., in einer anderen 3,833 und in einer dritten Probe sogar 5,360 Prc. Ammoniak; die letzte Probe hatte also einen 3 Mal höheren Düngwerth als die erste. In dem Holzruß hat man nur 1 bis höchstens 2 Prc. Stickstoff gefunden, er ist aber bedeutend reicher an Kali- und Kalksalzen als der Steinkohlenruß.

5. Wollabfälle. Man benutzt in England die Wollabfälle und den Kehricht der Tuchfabriken als einen vorzüglichen Dünger, namentlich für Weizen und Hopfen. Diese Wollabfälle enthalten sehr viel Oel (26—30 Prc.) und zersetzen sich sehr langsam im Boden. Am besten ist es, sie vor dem Ausstreuen mit Urin oder Jauche zu übergießen und dadurch in Fäulniß zu versetzen oder sie in Form von einem concentrirten Kompostdünger anzuwenden; sehr passend können sie auch zur Bereitung eines sogenannten Rauchdüngers (s. die praktische Düngerlehre) dienen. Diese Abfälle variiren sehr in Zusammensetzung; so fand Völcker in 4 verschiedenen Proben an Stickstoff a. 3,02, b. 2,82, c. 2,12, d. 6,16 Prc. und an Asche a. 35,50, b. 25,52, c. 28,40, d. 15,53 Prc.

9. Poudrette. Künstlicher Guano.

Aus dem Inhalte der Abtrittsgruben werden an vielen Orten trockne Düngmittel bereitet, welche gewöhnlich unter den Namen von Urat, Poudrette oder künstlichem Guano in den Handel gebracht werden. Aus den Analysen der frischen Excremente des Menschen ergiebt sich deutlich, eine wie große Menge von werthvollen Düngstoffen in dem Abtrittsdünger möglicherweise enthalten sein kann. Es enthalten nämlich nach Way die frischen menschlichen Excremente, wenn sie völlig frei von allen zufälligen Beimengungen sind:

	Fäces.		Harn.	
	Getrocknet.	Asche.	Trockensubstanz.	Asche.
Organische Substanz	88,52 Prc.	-- Prc.	67,54 Prc.	— Prc.
Unlösliche kieselige Substanz	1,48 „	12,79 „	0,09 „	0,28 „
Eisenoxyd	0,54 „	4,66 „	0,05 „	0,14 „
Kalk	1,72 „	14,98 „	0,61 „	1,89 „
Magnesia	1,55 „	13,48 „	0,47 „	1,49 „
Phosphorsäure	4,27 „	37,17 „	4,66 „	14,31 „
Schwefelsäure	0,24 „	2,10 „	0,46 „	1,43 „
Kali	1,19 „	10,40 „	1,83 „	5,64 „
Natron	0,31 „	2,83 „	—	—
Chlorkalium	—	—	5,41 „	16,65 „
Chlornatrium	0,18 „	1,59 „	18,88 „	58,17 „
	100,00 Prc.	100,00 Prc.	100,00 Prc.	100,00 Prc.
Stickstoff	5,59		19,43	

Im Allgemeinen übereinstimmende, jedoch im Einzelnen von den mitgetheilten etwas abweichende Resultate hat Porter bei der Untersuchung der Asche der menschlichen Excremente erhalten; die Asche des Harnes von 4 Tagen wog 57,50 Grm., die der Fäces von 4 Tagen 11,47 Grm.

	Fäces.		Harn.		
		Nach Abzug von Chlornatrium.		Nach Abzug von Chlornatrium.	Beide vermischt ohne Chlornatrium.
Kali	6,10 Prc.	6,43 Prc.	13,64 Prc.	41,66 Prc.	28,69 Prc.
Natron	5,07 „	5,34 „	1,33 „	4,06 „	4,53 „
Kalk	26,46 „	27,88 „	1,15 „	3,51 „	12,48 „
Magnesia	10,54 „	11,11 „	1,34 „	4,12 „	6,69 „
Eisenoxyd	2,50 „	2,63 „	Spur „	— „	0,97 „
Phosphorsäure	36,03 „	37,97 „	11,21 „	34,25 „	35,62 „
Schwefelsäure	3,13 „	3,30 „	4,06 „	12,40 „	9,05 „
Kohlensäure	5,07 „	5,34 „	— „	— „	1,97 „
Chlornatrium	4,33 „	— „	67,26 „	— „	— „
	99,23 Prc.	100,00 Prc.	100,00 Prc.	100,00 Prc.	100,00 Prc.

Becquerel und Lecanu fanden im Mittel sehr zahlreicher Untersuchungen im frischen Urin:

Becquerel.		Lecanu.	
Wasser	97,05 Prc.	Wasser	96,47 Prc.
Harnstoff	1,35 „	Harnstoff	1,97 „
Harnsäure	0,05 „	Harnsäure	0,08 „
Mineralsalze	0,75 „	Kochsalz	1,38 „
Organische Salze	0,85 „	Phosphorsaure Verbindungen	0,10 „
	100,00 Prc.		100,00 Prc.

Die Menge der Phosphorsäure im Urin beträgt nach Thomson 0,128 Prc., sie scheint sehr zu wechseln, denn nach Untersuchungen von Wackentin im Hohenheimer Laboratorium enthielt der Morgenurin 0,25 Prc. Phosphorsäure, während die Gesammtmenge der Trockensubstanz 3,16 Prc. betrug und in der letzteren 22,5 Prc. Stickstoff gefunden wurde.

Way fand in 3 zu verschiedenen Zeiten genommenen Proben der Fäces erwachsener Männer:

	Wasser	Trockensubstanz.	Stickstoff frisch.	Stickstoff trocken.
1. . .	74,27 Prc.	25,73 Prc.	1,44 Prc.	5,59 Prc.
2. . .	73,24 „	26,76 „	1,16 „	4,34 „
3. . .	79,60 „	20,40 „	1,45 „	7,13 „
Mittel	75,70 „	24,30 „	1,35 „	5,69 „

Zahlreiche Beobachtungen verschiedener Chemiker über die Menge der im Durchschnitt täglich von einem Menschen gewonnenen Excremente und deren Bestandtheile sind von Lawes und Gilbert gesammelt und durch eigene Analysen vermehrt worden.

	Knaben unter 16 Jahren. Grm.	Männer v. 16—50 J. Grm.	Männer über 50 J. Grm.	Mädchen unter 16 J. Grm.	Erwachsene Frauen. Grm.	Mittel aller Beobachtungen. Grm.
Frische Excremente:						
Fäces	108,8	152,2	226,3	—	45,3	133,0
Urin	712,9	1679,4	1534,8	517,6	1338,1	1156,6
Im Ganzen . .	820,9	1831,6	1761,1	—	1383,4	1289,6
Trockene Substanz:						
Fäces	27,44	38,00	42,34	—	12,05	30,33
Urin	20,44	63,33	82,49	—	50,37	54,16
Im Ganzen . .	48,18	101,33	124,83	—	62,42	84,49
Mineralstoffe:						
Fäces	3,69	4,23	8,32	—	1,61	4,46
Urin	10,84	19,24	12,41	—	11,79	13,57
Im Ganzen . .	14,53	23,47	20,73	—	13,40	18,03

	Knaben unter 16 Jahren.	Männer v. 16—50 J.	Männer über 50 J.	Mädchen unter 16 J.	Erwachsene Frauen.	Mittel aller Beobachtungen.
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
Stickstoff:						
Fäces	2,34	1,94	3,21	—	1,02	2,13
Urin	6,06	17,45	13,98	6,53	10,73	10,95
Im Ganzen . .	8,40	19,39	17,19	—	11,75	13,08
Phosphate:						
Fäces	2,05	4,42	—	—	—	3,24
Urin	2,77	7,05	5,18	—	—	5,00
Im Ganzen . .	4,82	11,47	—	—	—	8,24

Die menschlichen Excremente werden in zweierlei verschiedenem Zustande angewendet, in flüssiger Form nämlich und in fester. Der flüssige Zustand wird, unter Beobachtung gewisser Regeln, bewirkt durch Vermischung der festen und flüssigen Excremente mit größeren oder geringern Mengen von Wasser. Dieser Dünger ist wegen des schwierigen Transportes kostspielig und findet im Allgemeinen nur in sehr bevölkerten Ländern oder in Gegenden, wo die Landwirthschaft auf einer besonders hohen Stufe der Kultur steht, Anwendung, wie in der Lombardei, auch in der Schweiz und ganz besonders in dem französischen Flandern. Hier wird dieser Dünger, hauptsächlich für Handelsfrüchte, wie Raps, Tabak ꝛc., und zwar als Beidünger benutzt. Die Wirkung ist eine fast augenblickliche, sie erstreckt sich wenigstens nur auf eine einzige Frucht.

Nach dem großen Verbrauche des in Rede stehenden Düngers in Flandern wird derselbe mit dem Namen des **Flamändischen Düngers** bezeichnet; man nimmt nach **Boussingault** in der Praxis an, daß 100 Kil. dieses Düngers 250 Kil. Hofmist in der Wirkung ersetzen, ungeachtet jener nur etwa halb soviel Stickstoff wie dieser enthält, nämlich 0,2 Prc. Diese scheinbare Abweichung der Praxis von der Theorie hört aber auf räthselhaft zu sein, wenn man bedenkt, daß die Wirkung des flamändischen Düngers eine nur einjährige, die des Hofmistes aber eine mehrere Jahre hindurch in fast gleichem Grade anhaltende ist.

Die zweite Form, in welcher die menschlichen Excremente zur Unterstützung und Beförderung der Vegetation benutzt werden, ist der feste, trockene Zustand, welcher denjenigen Düngmitteln eigen ist, die unter dem Namen von **Poudrette** oder **künstlichem Guano** im Handel vorkommen und je nach der Art ihrer Bereitung von sehr verschiedener Güte und Zusammensetzung sind. Die Poudrette ist bei zweckmäßiger Darstellung ein kräftiger Dünger, welcher hinsichtlich der Schnelligkeit seiner Wirkung in der Mitte steht zwischen dem Guano und dem gewöhnlichen Hofmiste. Die von Frankreich aus in

den Handel gebrachten Sorten dieses Düngers sind in der Regel nicht von großer Wirksamkeit, indem sie den gewöhnlichen Hofdünger im wasserfreien Zustande kaum an Stickstoffgehalt übertreffen, oft denselben sogar nicht einmal erreichen. Derartige Fabrikate, welche im Jahre 1847 in Montfaucon und Bercy bereitet worden sind, fand Soubeiran zusammengesetzt:

	Poudrette von Montfaucon.	Poudrette von Bercy.
Organische Stoffe	29,00 Prc.	24,10 Prc.
Kali- und Natronsalze	0,43 „	0,85 „
Kohlensaures Ammoniak	Spuren	—
Kohlensaurer Kalk	3,87 „	7,36 „
Schwefelsaurer Kalk	3,87 „	4,00 „
Phosphorsaure Ammoniak-Magnesia	6,55 „	5,45 „
Phosphorsaurer Kalk	3,46 „	1,44 „
Sandige Bestandtheile	24,82 „	43,20 „
Wasser	28,00 „	13,60 „
	100,00 Prc.	100,00 Prc.
Stickstoff	1,78 „	1,98 „

Die frischen Fäces enthalten nach dem Trocknen durchschnittlich 5 bis 6 Prc. Stickstoff und etwa 9 bis 10 Prc. phosphorsauren Kalk. Oft sind die käuflichen Poudrettesorten kaum so reich an werthvollen Stoffen wie die hier genannten.

Der unangenehme Geruch der menschlichen Excremente, welcher die Bearbeitung derselben, zum großen Nachtheil der Landwirthschaft, noch immer zu hindern scheint, läßt sich durch eine zweckmäßige Behandlung mit geeigneten Substanzen vollständig entfernen. In Deutschland werden die menschlichen Excremente im Ganzen noch wenig beachtet, nur in unmittelbarer Nähe der Städte führt der Landmann dieselben entweder für sich allein oder in der Regel mit anderen Abfällen der Haushaltung, namentlich auch mit Asche gemischt auf seine Felder. In weiterer Entfernung von den Städten begnügt sich der Oekonom die in seiner Wirthschaft vorkommenden menschlichen Excremente dem Hauptdünger beizumengen, oder mit Erde, Asche 2c. zu Compostdünger zu verarbeiten. Im Ganzen geht jedoch eine unglaubliche Menge des kräftigsten Düngers jährlich für die Landwirthschaft verloren durch Unachtsamkeit und unzweckmäßige Behandlung. Erst in neuester Zeit hat man auch bei uns angefangen, diesem Gegenstande die nöthige Aufmerksamkeit zuzuwenden, und namentlich in großen Städten Poudrette-Fabriken anzulegen. Die hier verfertigten Düngstoffe scheinen aber im Ganzen bei den Landwirthen kein besonderes Glück zu machen, sei es weil die letzteren jene Düngmittel schon von vorne herein mit Mißtrauen betrachten oder weil sie in der That

durch eigene Versuche von der geringen Wirksamkeit derselben, welche nicht immer mit den dafür verlangten Preisen in dem passenden Verhältnisse stehen, sich überzeugt haben. Es ist keinem Zweifel unterworfen, daß man nicht selten Ursache hat, mit den käuflichen Düngerfabrikaten unzufrieden zu sein; leider werden häufig unter gewaltigen Lobpreisungen dem Landmann dergleichen Stoffe angeboten, welche entweder absichtlich aus unwirksamen Substanzen zusammen gemischt sind, um leicht und betrügerischer Weise Geld zu gewinnen, oder die durch Unkenntniß der Fabrikanten mit den ersten Gesetzen der Pflanzenernährung eine ihrem Zwecke nicht entsprechende Zusammensetzung erhalten haben, oder endlich auf einer unrichtigen Theorie des Düngers basirt auch für den praktischen Landbau nicht den erwarteten und gewünschten Erfolg gewähren können. Dennoch aber ist unläugbar, daß wir schon jetzt im Handel vorkommende Poudrette- oder künstliche Guanosorten besitzen, welche Empfehlung verdienen, wenn auch zugestanden werden muß, daß man die zweckmäßigste und vortheilhafteste Behandlung und Bearbeitung der menschlichen Excremente noch nicht aufgefunden hat, und ebenfalls, daß der schlechteren Sorten jener künstlichen Düngmittel es wohl noch immer mehrere giebt als der guten und preiswürdigen. Da ich der Behandlung und Bereitung der verschiedenen Düngmittel ein besonderes Kapitel widmen werde und aus deren Darstellung auch die Zusammensetzung und Wirkungsart sich ergeben muß, so verweise ich hier auf die später folgenden Mittheilungen.

Ich füge diesen wenigen Bemerkungen über den Werth der menschlichen Excremente für die praktische Landwirthschaft eine Berechnung bei, durch welche jener Werth besonders deutlich sich herausstellen wird. Es sind in den Excrementen des Menschen, wie aus den oben mitgetheilten Analysen sich ergiebt, ohne Ausnahme alle diejenigen Stoffe in reichlicher Menge enthalten, welche zu der Ernährung der Pflanzen mittelbar oder unmittelbar beitragen können. Wir brauchen daher für die hier anzustellende Betrachtung allein den wichtigsten und wirksamsten aller Düngerbestandtheile zu berücksichtigen, nämlich den Stickstoff. Von diesem Körper wird täglich, nach einer niedrigen Annahme, etwa 15 Grm. aus dem Körper des Menschen im Urin und Koth in einem chemisch gebundenen Zustande entfernt, in einem Jahre also 5475 Grm. oder 5$^1/_2$ Kil. Bedenken wir nun, daß, um eine mittlere Ernte zu gewinnen, auf der Fläche eines Hectare ungefähr 50 Kil. Stickstoff an der Bildung der organisch-vegetabilischen Masse Theil nehmen, so werden also 9 Menschen jährlich so viel Stickstoff in ihren Excrementen hergeben, als erforderlich ist, um den auf einem Hectare wachsenden Pflanzen dieses wichtige Nahrungsmittel in genügender Menge zuzuführen. Im K. Sachsen kommen auf eine Quadratmeile 6310 Menschen (nach Berghaus, 1843), welche also im Stande

sind, 701 Hectaren mit dem nöthigen Stickstoff zu versorgen; 1 Quadratmeile umfaßt eine Fläche von 4740 Hectaren, von denen man in Sachsen fast genau die Hälfte, als 2370 Hectaren, als pfluggängiges Land annehmen kann. Es würde daher beinahe ein Drittel des ganzen unter dem Pfluge befindlichen Landes allein durch den Menschen vollkommen mit dem nöthigen Dünger versorgt werden können. Beachtet man außerdem, daß aus der praktischen Erfahrung mit hinreichender Klarheit sich ergiebt, daß von dem in der ganzen jährlich erzeugten vegetabilischen Masse enthaltenen Stickstoffe nicht viel mehr als die Hälfte aus den zugeführten düngenden Substanzen entnommen wird, die andere Hälfte aber aus der schon in dem Boden vorhandenen Kraft und natürlichen Fruchtbarkeit herrührt oder der die Pflanze umgebenden Atmosphäre entzogen wird, — so kommt man zu dem Resultate, daß zwei Drittel der Erträge aller ökonomischen Früchte durch die Excremente der Menschen im Königreiche Sachsen auf ihrer jetzigen Höhe erhalten werden können, vorausgesetzt daß diese Düngstoffe vor ihrer Anwendung einer passenden Behandlung unterworfen werden, durch welche man die Verflüchtigung der stickstoffhaltigen Substanzen verhindert.

Berechnungen der Art, wie ich sie hier und in diesem Werke bereits mehrfach vorgenommen habe, sind in der Praxis nicht immer als stichhaltig gefunden worden, und man hat nicht selten der Wissenschaft den Vorwurf gemacht, daß sie aus Versuchen und Analysen, welche nach einem sehr kleinen Maßstabe ausgeführt wurden, oft zu voreilig dem Landbau selbst Vorschriften ertheile und so auch den Werth dieses oder jenes Düngmittels gar sehr überschätze. Es ist gewiß, daß häufig wichtige Momente bei der Bestimmung des Werthes eines Düngmittels unbeachtet geblieben sind, so auch namentlich hinsichtlich der menschlichen Excremente; man hat nicht selten die Erfahrung gemacht, daß der von Hunderten von nahe zusammenlebenden Menschen producirte Dünger, welcher der Theorie zufolge eine ausgedehnte Fläche Feldes, viele Hectare groß, auf die Stufe der höchsten Fruchtbarkeit erheben und auf derselben erhalten müßte, in der Wirklichkeit kaum ausreicht, eine kleine Fläche Landes mit den pflanzenernährenden Stoffen nothdürftig zu versorgen. Es ist unrichtig, Berechnungen auszuführen, deren Basis auf der Analyse eines Düngers ruht, der in Folge sehr kräftiger Nahrung entstanden ist; die menschlichen Ausleerungen sind ebenso verschieden zusammengesetzt, wie diejenigen der Thiere, die Beschaffenheit der aufgenommenen Nahrungsmittel ist allein hier maßgebend, der Stickstoffgehalt und damit der Hauptwerth wechselt außerordentlich. Aber ein großer Theil des Düngwerthes geht auch durch nachlässige Behandlung oder vielmehr durch Mangel an jeglicher Behandlung verloren, es bleibt oft nur eine ausgelaugte, vergohrene, gleichsam todte Masse

zurück, welche als Dünger verwendet, auch nur eine ihrer Zusammensetzung entsprechende, d. h. höchst geringe Wirkung für die Förderung der Vegetation zeigen kann. Es giebt keinen Düngstoff, der in Folge seiner mechanischen und chemischen Zusammensetzung so leicht in Fäulniß und Verwesung überginge, wie der Menschenmist; wenn nicht Sorge getragen wird, daß entweder die Verwesung durch Beimengung gewisser Substanzen verlangsamt wird, oder daß die freiwerdenden gasförmigen Körper sofort wieder gebunden und zurückgehalten werden, so lange man nicht durch eine zweckmäßige Einrichtung der Abtrittsgruben jegliche Auslaugung der Düngstoffe vollständig hindert und außerdem darauf achtet, daß kein Abfluß des ganz besonders werthvollen flüssigen Düngers aus den Gruben oder ein Eindringen desselben in den Boden stattfinden kann, so lange wird man auch keinen großen Vortheil ziehen aus den menschlichen Entleerungen, und man darf sich nicht wundern, wenn jene als Dünger im Garten und auf dem Felde angewendet, einen nur geringen Erfolg zeigen, welcher durchaus nicht zu der Anzahl der zur Ansammlung dieser Stoffe beitragenden Menschen und zu der Beschaffenheit der verzehrten Speisen in einem passenden Verhältniß steht.

10. Holz-, Torf-, Braun- und Steinkohlenasche.

Die Asche aller Brennmaterialien wird zur Verbesserung des Ackers und der Wiesen mit größerem oder geringerem Erfolge angewendet. Das Holz ist ein Produkt der höher organisirten vegetabilischen Welt, es muß daher auch alle die Aschenbestandtheile enthalten, welche in die Zusammensetzung der Kulturpflanzen, wenn auch in wechselnder Menge, eingehen. Hinsichtlich der Zusammensetzung der Holzasche verweise ich auf die früher mitgetheilten Analysen. Man ersieht aus denselben, daß die Holzasche reich ist an phosphorsauren Erden und an kohlensauren Alkalien, also an Substanzen, deren günstige Wirkung auf die Vegetation oben nachgewiesen wurde.

Der Torf ist ein noch gegenwärtig aus den Ueberresten verschiedener Pflanzen sich erzeugendes Produkt, aus welchem die ursprünglich in den lebenden Pflanzen enthaltenen mineralischen Stoffe durch die fortdauernde Einwirkung des Wassers zum großen Theile ausgelaugt und fortgeführt worden sind, so daß auch die Asche des Torfes schon aus dieser Ursache weit ärmer an auflöslichen alkalischen Salzen wie auch an phosphorsauren Erden sein muß, welche in der Asche einiger Torfarten sogar bis auf die letzte Spur verschwunden sind. Die gewöhnlichen Pflanzen, welche hauptsächlich zur Bildung des Torfes beitragen, sind die Torfmoose (Sphagnum und Hypnum), einige Riedgräser und das Heidekraut, Pflanzen, von denen besonders die Moose und das Riedgras nur wenig Alkalien und Phosphorsäure enthalten. Der Wald-

torf ist gewöhnlich, wie an Brennwerth, so auch in seiner Asche an Düngwerth den andern Torfsorten vorzuziehen, indem an seiner Bildung die Bäume des Waldes mit ihren Blättern, Nadeln und Stämmen Antheil gehabt haben; jedoch hat auch hier die auslaugende Kraft des Wassers einen großen Theil der nutzbaren Mineralsubstanzen entfernt. Daß ferner die größere oder geringere Menge der dem Torfe beigemengten Erde und deren chemische Beschaffenheit, sowie die Zusamensetzung des in die Torfmoore sich ergießenden Quellwassers und endlich die geognostische Natur des unter dem Torf und in dessen Umgebung auftretenden Gesteins auf die in der Asche des Torfes vorhandenen Stoffe und deren quantitativen Verhältnisse von wesentlichem Einflusse sein muß, versteht sich von selbst. Wie sehr die Zusammensetzung der Torfasche variirt, beweisen die folgenden 6 Analysen, welche von Berthier ausgeführt wurden: 1) Der Torf aus dem Moor von Sceaux bei Chateau-Landon (Seine-et-Marne) hinterläßt 19 Prc. Asche; 2) der Torf von Voitsumna auf der böhmischen und baierischen Gränze enthält Ueberreste von Bäumen und 1,7 Prc. Asche; 3) Torf aus der Umgegend von Troyes ist braun, von lockerer Beschaffenheit und hinterläßt 11 Prc. Asche; 4) Torf von Bassy (Marne) ist dicht, braun und mit Kreidestücken untermengt, liefert beim Verbrennen 7,2 Prc. Rückstand; 5) Torf von Champ-du-Feu bei Framont (Vogesen) hinterläßt 3 Prc. Asche; 6) der Torf aus der Umgegend von Hagenau liefert 12,5 Prc. Asche.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Aetzkalk ⎫	63,0	2,0	23,0	—	30,0	6,0
Kohlensaurer Kalk ⎭		—	—	51,5	—	—
Thon	7,5	— ⎫	26,0	11,0	—	65,5
Gallertartige Kieselerde	15,0	36,5 ⎭		—	40,0	
Thonerde	7,0	17,3 ⎫	14,0	— ⎫	30,0	16,2
Eisenoxyd	9,0	33,0 ⎭		11,5 ⎭		3,7
Kohlensaures Kali	0,5	—	—	—	—	—
Talkerde	—	3,5	14,0	—	—	0,6
Schwefelsaure Kalkerde	—	4,5	—	26,0	—	—
Chlorcalcium	—	0,5	—	—	—	—
Kohle	—	2,7	—	—	—	—
Kohlensäure und Schwefel	—	—	23,0	—	—	—
Kali und Natron	—	—	—	—	—	2,3
Schwefelsäure	—	—	—	—	—	5,4
Chlor	—	—	—	—	—	0,3
	102,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Andere Torfaschen scheinen noch ziemlich bedeutende Mengen von phosphorsaurem Kalke zu enthalten, z. B. zwei Torfaschen aus dem Brandenburgischen:

	7.	8.
Kalkerde	15,25	20,00
Thonerde	20,50	47,00
Eisenoxyd	5,50	7,50
Kieselerde	41,00	13,50
Phosphorsaurer Kalk	15,00	9,50
Kochsalz mit Gips	3,10	2,60
	100,35	100,10

Die Analysen einiger **Torfsorten** mögen gleichfalls noch Erwähnung finden; Nr. 9 und 10 sind aus dem Braunschweig'schen und von **Wiegmann** mitgetheilt, Nr. 9 ein Stechtorf und Nr. 10 ein Formtorf (Bagger-torf); Nr. 11 ein von den gröberen Wurzelresten abgesiebter Brauntorf aus dem sächsischen Erzgebirge, von **Lampadius** untersucht.

	9.	10.	11.
Humussäure	27,60	10,40	27,4
Humuskohle	45,20	44,60	24,9
Harz	4,80	0,43	—
Erdharz	9,00	2,25	—
Wachs	6,20	0,25	—
Feine Holz- und Wurzelreste .	—	—	10,7
Saure humussaure Salze . .	—	—	2,3
Wasser	5,40	2,10	24,0
Schwefelsaure Kalkerde . .	0,28	4,87	1,5
Chlorcalcium	0,92	—	—
Kieselerde	0,72	2,20	2,5
Sand		14,20	
Thonerde	0,08	9,60	1,1
Kohlensaurer Kalk	0,44	—	1,4
Eisenoxyd	0,26	6,60	1,3
Phosphorsaurer Kalk . . .		1,60	1,2
Magnesia	—	—	0,3
Manganoxyd	—	—	0,2
	100,00	100,00	98,8

Sehr häufig wird weder die Torfasche noch die Holzasche für sich allein ausgestreut, sondern mit einander gemengt, so daß die erstere gewöhnlich vorherrscht. Ein solches Gemenge von Fichtenholzasche und der Asche eines sehr sandreichen Torfes aus der Oberlausitz zeigte bei seiner Verwendung als Düngmittel, nach meiner Untersuchung, die folgende Zusammensetzung:

Kohlensaurer Kalk . . .	13,54 Prc.	Auflösliche Kieselsäure . . .	0,83 Prc.
Magnesia	2,02 „	Sand und Thon	69,07 „
Phosphorsaurer Kalk u. Eisenoxyd	8,62 „	Kohle	2,19 „
Schwefelsäure	0,79 „	Wasser	1,12 „
Kohlensaures Kali . . .	1,77 „		99,95 Prc.

Bei so abweichender Zusammensetzung des Torfes und der Torfasche ist es natürlich, daß auch die Wirkung dieser Substanzen als Düngmittel eine sehr verschiedene sein muß. Nr. 1 enthält eine ungewöhnliche Menge von Kalk und muß daher fast ganz in ähnlicher Weise wie der reine Kalk auf die Vegetation der Pflanzen einwirken, während von den übrigen Bestandtheilen nur die bedeutende Quantität gallertartiger oder auflöslicher Kieselsäure, sowie auch die geringe Menge des vorhandenen Kali vielleicht zur Erhöhung des Düngwerthes beitragen. Nr. 4 ist ausgezeichnet durch den großen Gehalt an Gips, welcher in Nr. 2 sehr zurücktritt, in den übrigen Sorten aber ganz verschwindet. Die Torfaschen Nr. 7 und 8 enthalten verhältnißmäßig viel phosphorsauren Kalk und würden dadurch wahrscheinlich besonders geeignet sein den Graswuchs der Wiesen zu unterstützen, welche Wirkung durch die vorhandene Kalkerde und die auflösliche Kieselerde noch erhöht werden möchte. Die Aschen der Torfarten Nr. 9 bis 11 werden ebenfalls in Folge ihrer größeren oder geringeren Menge an Gips und Knochenerde eine mehr oder weniger günstige Wirkung zeigen, welche bei Nr. 12 der Zusammensetzung entsprechend durch direkte Versuche von mir gefunden wurde. Ich bestreute nämlich 131 Kartoffeln, jede mit ungefähr 9 Grm. Asche, sie lieferten eine Ernte von etwa 48 Kil., während eine gleiche Anzahl Kartoffeln in Stalldünger gelegt nur 44 Kil. Ertrag gab und ohne allen Dünger eine Ernte von 39 Kil. sich herausstellte; die letztere Ernte = 100 gesetzt, war der mit Hülfe des Stallmistes bewirkte Ertrag = 112, und der bei Anwendung der Mischung von Torf- und Holzasche erlangte = 121 Prc.

Wenn man bedenkt, daß die Braun- und Steinkohlen ursprünglich torfähnliche Substanzen waren, nur oft mehr als diese holzigen Gewächsen ihren Ursprung verdanken, dagegen eine viel längere Zeit dem auslaugenden Einfluß des Wassers ausgesetzt waren, so wird es leicht erklärlich, daß die Braun- und Steinkohlenasche eine derjenigen der Torfasche ähnliche, aber meistens noch geringere Wirkung auf das Wachsthum der Pflanzen ausüben muß. Die Braunkohlen und gewöhnlich noch mehr die Steinkohlen sind sehr häufig reich an Schwefeleisen oder Schwefelkies. Das Schwefeleisen geht bei längerer Berührung mit der atmosphärischen Luft in auflösliches schwefelsaures Eisenoxydul über, und durch die Gegenwart dieses Eisensalzes wird die verwitterte Kohle sehr geeignet, den unangenehmen Geruch der menschlichen Excremente nach Schwefelwasserstoff-Ammoniak verschwinden zu machen; auch enthält die Asche dieser Kohlen häufig bedeutende Mengen von schwefelsaurer Kalkerde oder Gips.

Die folgenden Braunkohlen sind aus der großen Ablagerung in der Halle-Magdeburger Ebene: 1) Kohle von Preußlitz; 2) von Neugattersleben;

3) von Lebendorf; 4) von Aschersleben; 5) von Gutenberg bei Halle: a hell und b dunkle.

	1.	2.	3.	4.	5. a.	5. b.
Verbrennbare Substanz und Wasser	53,00	82,91	96,67	86,00	91,43	84,[illegible]
Kohlensaurer Kalk	3,55	3,46	0,42	5,88	—	—
Kohlensaure Magnesia	7,75	6,00	1,46	4,70	—	—
Salzsaurer und schwefelsaurer Kalk und Magnesia	—	—	0,61	0,52	—	—
Schwefelsaures Eisen-, Kupferoxyd und Magnesia	—	—	—	—	0,27	0,13
Eisenoxyd	2,80	2,50	—	3,70	1,40	0,5[illegible]
Magnesia	—	—	—	—	1,30	1,[illegible]
Phosphorsaures Natron, salzsaurer und schwefelsaurer Kalk	0,50	—	—	—	—	—
Kieselerde und Sand	32,40	4,71	0,84	0,30	5,60	14,[illegible]
	100,00	99,58	100,00	101,10	100,00	100,[illegible]

Die hier genannten Braunkohlenaschen haben nur durch ihren Gehalt an kohlensauren Erden und vielleicht auch durch die Gegenwart von fein zertheilter Kieselerde die Fähigkeit, das Wachsthum der Pflanzen zu unterstützen, die übrigen Bestandtheile sind entweder ganz indifferent bei dem Prozesse der Pflanzenernährung oder in nur so unbedeutenden Quantitäten zugegen, daß deren Einfluß ein fast verschwindender sein muß. Andere Braunkohlenaschen enthalten jedoch eine größere Menge Gips unter ihren Bestandtheilen; so besteht z. B. die Asche der Braunkohle von Saint-Martin-de-Vaud aus 30 Prc. Thon, 43 Eisenoxyd und 28 Prc. schwefelsaurem Kalk, welcher letztere in dieser Braunkohle schon fertig gebildet vorkommt, da sie keinen Eisenkies enthält. Die Braunkohle von Großprießen (unterhalb Außig auf dem rechten Elbufer) hinterläßt 6,51 Prc. Asche, welche ebenfalls bedeutende Mengen von Gips enthält und folgende Zusammensetzung hat:

Schwefelsaurer Kalk	26,42	Thonerde	1,23
Kohlensaurer Kalk	30,93	Natron	1,86
Aetzkalk	17,22	Kali	1,67
Eisenoxyd	20,67		100,00

Bei Vergleichung der Asche der Schönfelder Kohle mit der Priesner, zeigte sich der wesentliche Unterschied, daß erstere keine Kohlensäure, dafür aber 55 Prc. Kieselsäure enthielt; die übrigen Bestandtheile waren qualitativ dieselben.

Die Asche der Steinkohle muß in Folge der Entstehung und des Alters dieses Brennmateriales eine noch weniger günstig auf das Pflanzen-

wachsthum wirkende Zusammensetzung haben; in der That besteht z. B. die Asche der Steinkohle aus dem Plauenschen Grunde fast ausschließlich aus Eisenoxyd, Thonerde und Kieselsäure; nur wo schwefelsaurer und kohlensaurer Kalk in einigermaßen bedeutender Menge hinzutritt, und außerdem ein Theil der Kieselsäure die Fähigkeit hat, in die auflösliche Modification überzugehen, vermag diese Asche den Graswuchs der Wiesen zu befördern; in der Regel jedoch verhält sich dieselbe ganz indifferent, wenn sie nicht vielleicht zur Verbesserung der physikalischen Eigenschaften des Bodens beiträgt, zuweilen kann sogar der große Eisengehalt dem Gedeihen der Pflanze nachtheilig werden. Die große Menge des gebrannten Thones, welche gewöhnlich in der Steinkohlenasche enthalten ist, bewirkt oftmals eine günstige Verbesserung des zähen, kalten, thonigen Wiesen- oder Ackerbodens. Die Asche einer Steinkohle von sehr guter Qualität, von St. Etienne, enthielt:

Thon, unauflöslich in Säuren	62,0	Manganoxyd	3,0
Thonerde	5,0	Eisenoxyd und Schwefeleisen	16,0
Kalkerde	6,0		100,0
Magnesia	8,0		

Die Steinkohlenaschen enthalten außerdem noch sehr kleine Mengen von Alkalien, deren Quantität bei der Untersuchung einer Sorte etwa ein Procent der ganzen Asche betrug.

11. Der Asche ähnlich zusammengesetzte Fabrikrückstände.

Die Seifensiederasche wird als Düngmittel vielfach angewendet; man sollte diesen Rückstand von der Seifenfabrikation stets in möglichst großer Quantität für landwirthschaftliche Zwecke benutzen, indem derselbe das Wachsthum der Wiesengräser zu befördern im Stande ist und außerdem auch als Dünger für Kartoffeln, Runkelrüben und überhaupt überall gute Dienste leistet, wo auch der Kalk Anwendung zu finden pflegt. Dieses Düngmittel wird bekanntlich in den Seifensiedereien als Nebenprodukt gewonnen, wo zur Darstellung der Lauge aus Holzasche oder überhaupt kalihaltigen Substanzen der Aetzkalk Anwendung findet; die Seifensiederasche enthält außer feinzertheiltem kohlensaurem Kalke und einer gewissen Menge alkalischer Stoffe auch phosphorsauren Kalk, und es erklärt sich hieraus zum Theil die günstige Wirkung dieses Rückstandes. Eine von mir untersuchte Seifensiederasche, welche schon ein Jahr lang der Berührung mit der Atmosphäre ausgesetzt gewesen war, zeigte nach dem Trocknen folgende Zusammensetzung:

Kohlensaurer Kalk	41,55	Kali	0,74
Phosphorsaurer Kalk, nebst etwas Thonerde und Eisenoxyd	11,30	Sand und Thon	36,16
Auflösliche Kieselerde	3,25	Organische Substanz	4,61
Magnesia	2,55		100,16

Andere düngende Rückstände erhält man bei der Darstellung von Eisenvitriol und Alaun (Vitriolasche und Alaunasche). Für die Darstellung dieser Fabrikate wird die Braunkohle oder der Eisenkiestorf, in Haufen aufgeschichtet, einer langsamen Verbrennung ausgesetzt, wodurch man eine graue, noch kohlehaltige Asche gewinnt, welche nach dem Auslaugen mit Wasser, namentlich in Frankreich, als ein auf Wiesen, Weiden und Aeckern wirksames Düngmittel vielfach angewendet wird. Die günstige Wirkung dieses Rückstandes scheint nicht allein in seinen mineralischen Bestandtheilen, z. B. in dem schwefelsauren Kalke, welchen er häufig enthält, begründet zu sein, sondern wohl auch seinem Gehalte an Stickstoff zugeschrieben werden zu müssen, da die Menge dieses für die Pflanzen so wichtigen Nahrungsmittels 1/2 Prc., ja in einigen Sorten sogar über 2 Prc. beträgt. Man muß annehmen, daß der ursprünglich in der Humussubstanz schon vorhandene, chemisch gebundene Stickstoff bei der langsamen und unvollständigen Verbrennung in Ammoniak sich verwandelt und dieses von der zurückbleibenden porösen Kohle festgehalten wird, bis es unter dem lösenden Einfluß der Feuchtigkeit und des Sauerstoffes der Atmosphäre freigemacht wird und in den Organismus der Pflanze übergehen kann.

12. Der Liebig'sche Patentdünger.

Als von der Ernährung der Pflanzen im Allgemeinen die Rede war, habe ich als Thatsache festgestellt, daß der Humus kein direktes Nahrungsmittel ist, daß die Pflanze in einem völlig humus- und stickstofffreien Boden zur vollständigen Reife gelangen kann; in der Bodenkunde habe ich dagegen ausführlich die große, wenn auch mittelbare Bedeutung des Humus für die Erhöhung der Fruchtbarkeit des Feldes nachgewiesen und gezeigt, daß die physikalische Beschaffenheit eines Bodens für die Beurtheilung seiner Güte in gleich hohem Grade zu berücksichtigen sei, wie die chemischen Bestandtheile, und daß eben in den vorzugsweise durch den Humus bestimmten oder modificirten physikalischen Eigenschaften die Ursache liege, weshalb im Großen die Kultur von Früchten auf völlig humuslosem Boden nicht mehr eine lohnende ist; wenn es möglich wäre, daß einer Ackerkrume der nöthige Grad der Lockerheit und des Zusammenhanges, der wasser- und wärmehaltenden Kraft, der Fähigkeit, Feuchtigkeit und Ammoniak aus der Luft in hinreichender Menge

zu absorbiren, auch ohne Humus mitgetheilt werden könnte, so wäre man wahrscheinlich im Stande, auf völlig humusfreiem Sand- und Thonboden, der nur die nöthige Menge von Mineralverbindungen enthält, ebenso reiche Ernten zu erzielen als in den nach unseren jetzigen Begriffen fruchtbarsten Bodenarten, denen niemals der Humus gänzlich fehlen darf. In dem von der Theorie des Düngers handelnden Kapitel findet man die so eben angedeuteten Ideen durch die Resultate weiterer Versuche und Betrachtungen noch mehr begründet, die Bedeutung des Stickstoffes, der Pflanzenfaser (Humus) und der mineralischen Salze für das Wachsthum der Pflanzen für sich allein, wie in ihrem Zusammenwirken im gewöhnlichen Dünger näher erörtert; ich habe, gestützt auf praktische Erfahrung, wie auf die Grundsätze der Wissenschaft, die Ansicht ausgesprochen, daß für unsere klimatischen und überhaupt ackerbaulichen Verhältnisse dem Stickstoffe vor allen anderen Bestandtheilen des Düngers die wichtigste Rolle zuertheilt werden müsse, und daß die Mineralsalze allein, wenn sie auch je nach der physikalischen Beschaffenheit des Bodens und den Mengenverhältnissen der bereits vorhandenen pflanzenernährenden Mineralstoffe eine mehr oder weniger günstige Wirkung ausüben, dennoch aber niemals den stickstoffhaltigen Stall- oder Hofdünger vollkommen zu ersetzen im Stande sein möchten.

Liebig hat vor einigen Jahren die Anwendung eines Mineraldüngers empfohlen, dessen Bereitung und Zusammensetzung auf dem Grundsatz basirt war, durch denselben einer jeden Pflanze in einem ihr zusagenden und assimilirbaren Zustande Mineralverbindungen zuzuführen und zwar in einem solchen Verhältnisse, wie die Analyse ihrer Asche ergab, wenn die Pflanze unter günstigen Boden- und Witterungsverhältnissen zur vollkommnen Ausbildung gelangt war. Auf diese Weise wurden fabrikmäßig Düngmittel bereitet von verschiedener Zusammensetzung, je nachdem sie zur Kultur von Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Kartoffeln, Rüben, Erbsen, Bohnen, Tabak, von Wiesengräsern ꝛc. dienen sollten. Beispielsweise führe ich die Zusammensetzung und Bereitung des für Weizenfelder bestimmten Düngers an:

a. 6 Th. Kalikalk (durch Zusammenschmelzen von 5 Th. Kalk mit 2 Th. Pottasche erhalten),
b. 1 Th. phosphorsaurer Kali-Natron-Kalk (durch Zusammenschmelzen von gleichen Theilen phosphorsaurem Kalk, Pottasche und Soda erhalten),
c. 2 Th. Gips,
d. 1 Th. gebrannte Knochen,
e. so viel kieselsaures Kali, daß es 6 Th. Kieselerde enthält, und
f. 1 Th. phosphorsaures Magnesia-Ammoniak.

Die Rezepte für andere Pflanzen enthalten gleiche Bestandtheile, unterscheiden sich nur durch veränderte Quantitäten; so werden z. B. für Bohnen 14 Th. von a, 2 Th. von b, 1 Th. Kochsalz, 2 Th. Gips, 1 Th. von f und und etwas weniger von e genommen.

Die Wirkung dieser und ähnlicher Düngmittel muß nach den von mir in der Theorie des Düngers ausgesprochenen Grundsätzen eine sehr verschieden sein, je nachdem die Boden- und wahrscheinlich auch die klimatischen Verhältnisse dieselben mehr oder weniger unterstützen. Ich habe durch Versuche nachgewiesen, daß die einzelnen auflöslichen Mineralsalze unter verschiedenen äußeren Umständen auch in sehr abweichenden Quantitäten angewendet werden müssen, wenn eine gleiche Vermehrung der Ernte erzielt werden soll, daß es Bodenverhältnisse giebt, unter welchen eine schon sehr geringe Quantität des Mineraldüngers einen dem Wachsthum der Pflanzen nachtheiligen Einfluß äußert, während dieselbe Menge, einer anderen Ackerkrume beigemischt, überaus günstig einwirkt. Aus der hier angedeuteten Ursache sahen wir bei einem Versuche einen Mineraldünger, welcher dem Liebig'schen ähnlich zusammengesetzt war, das eine Mal die Produktion von Kartoffeln und Gerste bedeutend befördern, während ein anderes Mal der Erfolg kein besonders günstiger war. Auch der Liebig'sche Patentdünger hat überaus abweichende Resultate bei seiner Anwendung im Großen, wie im Kleinen geliefert, und es scheint aus zahlreichen Versuchen hervorzugehen, daß der ungünstige Erfolg häufiger eintrat als der günstige. Wenigstens war dieses im Königreiche Sachsen der Fall, wo auf Veranlassung des landwirthschaftlichen Hauptvereins in den Jahren 1845 bis 1846 auf 18 verschiedenen Gütern hierher gehörige Versuche angestellt wurden. Die Resultate einiger der mit hinreichender Genauigkeit angestellten Versuche findet man in der folgenden Tabelle zusammengestellt und der leichteren Uebersicht wegen die Dünger- wie die Erntemengen sämmtlich auf Kil. und auf die Fläche eines Hectare berechnet. Die einzelnen Versuche selbst wurden auf kleineren Flächen (von 20 bis 50 Quadratruthen) angestellt:

Versuche.	Quantität des Düngers auf 1 Hect.	Körner.	Stroh, Spreu und Ueberkehr.	Verhältniß der Körner zum Stroh.	Ungedüngt = 100	
					Körner.	Stroh.
	Kil.	Kil:	Kil.			
Nr. 1 Winterroggen:						
a. Kuhmist . . .	64800	1490	4039	1 : 2,71	164	187
b. Mineraldünger .	540	1253	3067	1 : 2,61	138	142
c. Ungedüngt . .	—	907	2160	1 : 2,38	100	100
„ 2. Sommerweizen:						
a. Mineraldünger .	325	1444	2273	1 : 1,57	86	93
b. Ungedüngt .	—	1685	2570	1 : 1,53	100	100

Versuche.	Quantität des Düngers auf 1 Hect.	Körner.	Stroh, Spreu und Ueberkehr.	Verhältniß der Körner zum Stroh.	Ungedüngt = 100.	
					Körner.	Stroh.
	Kil.	Kil.	Kil.			
Nr. 3. Schott. Anatgerste:						
a. Mineraldünger	1020	1703	3968	1 : 2,32	83	132
b. Ungedüngt	—	2046	2992	1 : 1,45	100	100
„ 4. Chevaliergerste:						
a. Mineraldünger	676	1428	1949	1 : 1,37	130	119
b. Ungedüngt	—	1096	1636	1 : 1,50	100	100
„ 5. Gerste:						
a. Kuhmist	15187	3834	3848	1 : 1,00	112	114
b. Mineraldünger	270	3321	3578	1 : 1,08	98	106
c. Kalk	520	2363	2754	1 : 1,17	69	83
d. Guano	270	3065	3375	1 : 1,10	89	100
e. Ungedüngt	—	3429	3375	1 : 0,98	100	100

Andere Versuche haben nach den Mittheilungen der Beobachter zum größeren Theile keine deutlichen Resultate zu Gunsten des Liebig'schen Düngmittels geliefert; da jedoch keine genauen Zahlenverhältnisse angegeben sind, so können dieselben für die hier zu lösende Frage auch nicht entscheidend sein. Ich erwähne hier noch der Bodenverhältnisse, unter welchen die in ihren Resultaten tabellarisch zusammengestellten Versuche ausgeführt wurden. Nr. 1 wurde auf dem Gute Giesenstein angestellt auf einem sandigen Lehmboden, welcher als Vorfrucht 1844 gedüngten Weizen und 1845 Kartoffeln getragen hatte. Nr. 2 bis 4 sind auf dem akademischen Gute bei Tharandt von Schweitzer angeordnet worden: der Boden zu Nr. 2 ist aus verwittertem Grünstein und Thonschiefer entstanden, ziemlich gebunden und kalt, die Ackerkrume 7—8 Zoll tief, der Untergrund wenig durchlassend, die Kultur gut; 1844 war zu Kohl gedüngt worden, 1845 der Acker mit Kartoffeln bestellt gewesen. Nr. 3 hatte einen mehr durchlassenden Untergrund, sonst waren alle Verhältnisse dieselben; im Frühjahr 1845 war stark gedüngt und das Feld mit Kohl bepflanzt worden; bei Nr. 4 war, bei sonst gleicher Bodenbeschaffenheit, die Kraft und der Kulturzustand ein geringerer, der Untergrund weniger durchlassend, die Vorfrucht gedüngte Kartoffeln. Die Versuche Nr. 5 sind von Crusius auf Sahlis mitgetheilt; sie waren auf einem, im Herbst 1844 nach Samenklee zu Winterroggen gedüngten Felde, das 1560 Kil. Körner auf 1 Hectare getragen hatte, angestellt; der Boden war ein sandiger Lehmboden mit durchlassendem, etwas thonigem Untergrunde und ergab sich bei der chemischen Untersuchung als reichlich mit allen zur Pflanzenernährung nöthigen Mineralstoffen versehen.

Da ich nicht die Absicht habe, auf den Liebig'schen Dünger und dessen Wirksamkeit bei der Kultur verschiedener Früchte später zurückzukommen, so theile ich nur noch die Resultate der Versuche mit, welche mit diesem

Düngmittel im Sommer 1846 in vielen Gegenden des preußischen Staats unter abweichenden Bodenverhältnissen ausgeführt worden sind *).

Art der Anwendung. — Ertrag pro Hectare bei Anwendung von Liebig's Dünger; | keinem Dünger; | anderem Dünger.

I. Runkelrüben.

	Art der Anwendung	Liebig's Dünger Kil.	keinem Dünger Kil.	anderem Dünger Kil.	
1.	Ueberstreut und eingeharkt	23,322	19,135	27,540.	Compostdünger.
2.	Lochdüngung . . .	24,250	—	26,683.	

II. Hafer.

	Art der Anwendung	Liebig's Körner.	Liebig's Stroh.	keinem Körner.	keinem Stroh.	anderem Körner.	anderem Stroh.
3.	Ueberstreut u. eingeeggt . . .	245	527	355	758	490	1080
4.	Desgleichen . .	895	1067	626	843		
5.	Desgleichen . .	955	953	1068	1550		
6.	Untergepflügt .	1057	1690	988	1690		

III. Gerste.

	Art der Anwendung	Liebig's Körner.	Liebig's Stroh.	keinem Körner.	keinem Stroh.
7.	Nach der gedruckten Anweisung .	1210	1194	1054	1155
8.	Desgleichen . .	1930		1737	
9.	Untergepflügt .	2312	2670	2266	2598

IV. Sommerroggen.

	Art der Anwendung	Liebig's Körner.	Liebig's Stroh.	keinem Körner.	keinem Stroh.
10.		1090	3446	1137	3601
11.	Ueberstreut mit 200 Kil.	943	2539	1195	3521
	überstr. m. 100 Kil.	1014	2800		

V. Erbsen.

	Art der Anwendung	Liebig's Körner.	Liebig's Stroh.	keinem Körner.	keinem Stroh.	anderem Körner.	anderem Stroh.	
12.	Ueberstreut . .	1195	6456			1047	7388.	Rindviehdünger.

VI. Kartoffeln.

	Art der Anwendung	Liebig's Dünger Kil.	keinem Dünger Kil.	anderem Dünger Kil.	
13.	In die Furche, auf die Knollen gestreut . .	8687	11099	16409.	Rindviehdünger.
14.	Nach der gedruckten Anweisung	6220	5259	9102.	
15.	In die Furche auf die Knollen gestreut . .	15210	19300		
16.	Lochdüngung . . .	14738	16087	20390.	
17.	Nach der gedruckten Anweisung	8476	11702		
18.	Ueberstreut	11302		11356.	Schafmist.
19.	Gemengt mit 1 Berliner Scheffel Torfmüll auf die Knollen gestreut .	3728	5703	5595.	1 Scheffel Torfmüll.
20.	Desgleichen	4387	8555	8775.	
21.	Auf die Knollen gestreut	16600	16154		

*) Bei der Angabe der Stroherträge ist die Spreu stets mit eingerechnet.

Die beobachteten Boden=, Kulturverhältnisse ꝛc. sind in dem Folgenden äher angedeutet:

1. Vorfrucht (1845) Runkeln mit zwischengepflanzten Steckrüben, dazu iit Schafmist gedüngt. Lehmiger Sandboden, guter Haferboden. $^1/_3$ Moren wurde mit 6 Fuder Kompostdünger befahren, $^1/_3$ mit 125 Pfd. iebig'schen Düngers behandelt, welcher auf die Dämme vertheilt und ingeharkt wurde. Die Kerne der Runkeln wurden gesteckt.

2. 29 Rücken zu 30 Ruthen Länge oder 158 Quadratruthen wurden iit 89 Pfd. Liebig'schem Dünger überstreut. Die Pflanzen (aus den ternen) gingen später und ungleichmäßiger auf und es zeigten sich nachmals iele Fehlstellen; die zur Entwicklung gekommenen Pflanzen waren dagegen uffallend üppig im Blätterwuchse.

3. Sandboden mit wenig Lehm, längere Zeit ungedüngt. Die im aufe des Sommers herrschende Trockenheit zeigte bei der späten Aussaat 28. Mai), hoher Lage und leichtem Boden ihren Einfluß. Allenthalben tand der Hafer nur dürftig, doch zeichnete sich der in Rindviehdünger gesäete n allen Vegetationsperioden aus.

4. Schwacher Gersteboden bis Haferland. Vorfrucht ungedüngte Karoffeln, die in Brachroggenstoppel standen. Am 18. April $1^1/_2$ Centner des Liebig'schen Düngers auf 1 Morgen ausgestreut und eingeeggt.

5. Sandiger Lehmboden; Vorfrucht gedüngter Roggen. Auf 75 Quadratuthen 105 Pfd. des Liebig'schen Düngers ausgestreut.

6. Lehmiger Sandboden, Haferland. $^1/_2$ Sack des Liebig'schen Düngers auf 40 Quadratruthen ausgestreut. Die Witterung war im Laufe es Sommers sehr trocken und es hatte die Saat, obgleich sie ganz gut aufing, doch sehr mit der Dürre zu kämpfen.

7. Weizenboden 2. Klasse; Vorfrucht gedüngte Rüben.

8. Milder, humoser Lehmboden; Vorfrucht gedüngte Sommerrübsen; on dem zu gleichen Theilen aus Kuh= und Pferdedung bestehenden Miste wurden 150 Centner pro Morgen verwendet; 1 Sack Liebig'scher Dünger wurde auf $^{10}/_{11}$ eines Morgens ausgestreut (nach Vorschrift).

9. Gersteland 1. Klasse; Vorfrucht Kartoffeln in zweiter Tracht; auf 10 Quadratruthen $^1/_2$ Sack Liebig'scher Dünger gestreut.

10. Leichter Sandboden.

11. Ganz schwaches Gersteland bis Haferland. Vorfrucht: gedüngte jährige angesäete Dreischweide.

12. Gersteland 2. Klasse; Vorfrucht: Winterung in zweiter Tracht. Auf $70^2/_3$ Quadratruthen wurde 1 Sack Liebig'scher Dünger ausgestreut

und mit den Erbsen zusammen untergepflügt. Das andere Stück erhi 3 Fuder Rindviehdünger, pro Fuder etwa 18 Centner.

13. Sandboden mit wenig Lehm; 80 Quadratruthen mit 4 Fu mürbem Rindviehdünger gedüngt. Auffallend schlecht gingen die Kartoffeln i dem Liebig'schen Dünger auf; es war dies die einzige Fläche, wo vi Kartoffeln gar nicht aufgingen.

14. Gersteboden 2. Klasse. $^{8}/_{9}$ eines halben Morgens mit 2 S Liebig'schem Dünger für Kartoffeln gedüngt, eine gleiche Fläche m 85 Centner Kuhdung behandelt.

15. Ganz schwaches Gerste- bis Haferland, derselbe Boden wie i Versuche 4. Vorfrucht: gedüngter Brachroggen. Auf jede Kartoffel wu ein Häufchen Dünger geworfen, so daß mit 5 Centnern 2 Morgen u 3 Ruthen gedüngt wurden. Es fand sich bei der Ernte das Düngepulver noch deutlich erkennbar vor, was die große Dürre leicht erklärt, da die Kartoffeln während der ganzen Vegetationszeit so gut wie ohne Regen blieben.

16. Sandiger Lehmboden. Vorfrucht: Roggen ohne Dünger, nach zweijähriger Weide; auf 90 Quadratruthen wurden 212 Pfd. Liebig-scher Dünger, auf jede Kartoffel eine gleiche Menge gestreut. Im Liebig-schen Dünger zeigten sich bei der Ernte viele kranke Kartoffeln.

17. Milder, humoser Lehmboden.

18. Leichter Sandboden. $^{1}/_{2}$ Morgen wurde mit 24 Centner Schafmist gedüngt, $^{1}/_{2}$ Morgen mit dem Liebig'schen Dünger. Die Kartoffeln waren auf dem ganzen Schlage mehr oder weniger schorfig, vorzugsweise aber auf dem mit Liebig'schem Dünger überstreuten Lande. Während der ganzen Vegetationszeit fehlte der Regen in ungewöhnlichem Grade.

19. Derselbe Acker, wie Nr. 7. Im Liebig'schen Dünger gingen die Kartoffeln sehr spät und zum Theil gar nicht auf.

20. Derselbe Boden, aber als Vorfrucht: nach Kleeroggen Kartoffeln, wozu im Winter gedüngt war; im Liebig'schen Dünger ging nicht die Hälfte der Kartoffeln auf.

21. Haferland 1. Klasse, in zweiter Tracht nach Winterung; auf $78^{2}/_{9}$ Quadratruthen wurden 2 Sack Liebig'scher Dünger in die Furchen auf die Kartoffeln gestreut.

Betrachten wir nun die Wirkung des Liebig'schen Patentdüngers in den obigen Versuchen, so können wir offenbar nicht mit Bestimmtheit entscheiden, ob dieses Düngmittel günstig oder schädlich oder endlich ganz indifferent gegen das Wachsthum der Pflanze sich verhält; denn diese Versuche sind unter Verhältnissen angestellt worden, welche die Resultate nicht in allen Fällen hinreichend klar werden lassen, da selbst der Kuhmist in einigen Fällen nur einen

fast verschwindenden Mehrertrag der Ernte lieferte und sogar der Guano sich völlig indifferent verhielt; jedenfalls war in diesen Fällen schon so viel Kraft im Boden enthalten, daß ein Ueberschuß von düngenden Substanzen keine hinreichend deutliche Wirkung mehr hervorbrachte. Außerdem wurde der Dünger bei der Mehrzahl der Versuche erst im Frühjahr zur Sommerfrucht aufgebracht, und es ist bekannt, daß sehr viele Düngstoffe nur dann ihre ganze Wirkung äußern, wenn sie schon im Herbste und während des Winters innig mit den Bestandtheilen der Ackerkrume sich vermischen können. Jedoch läßt sich aus den hier mitgetheilten Versuchen, so wie aus vielseitig anderswo angestellten Beobachtungen und Erfahrungen mit ziemlicher Bestimmtheit schließen, daß im Allgemeinen der Liebig'sche Dünger keine hinreichende Garantie für seine Wirkung darbietet, wenigstens diese Wirkung in den meisten Fällen nicht mit derjenigen anderer Düngmittel und vorzugsweise nicht mit dem nöthigen Kostenaufwande in einem passenden Verhältnisse stehe. Ich will aber keineswegs läugnen, daß das in Rede stehende Düngmittel auf gewissen Bodenarten, wie in einer humosen sandigen Ackerkrume, bei nicht zu trockener Witterung günstigen und lohnenden Erfolg gewähren kann, und ferner daß man in Zukunft vielleicht auf ähnlichem Wege, wie Liebig vorgeschlagen hat, dahin gelangt, einer jeden Pflanze die ihr zusagende Nahrung zuzuführen. Gegenwärtig sind für die praktische Landwirthschaft die stickstoffhaltigen animalischen Düngmittel noch unentbehrlich, da deren günstiger Erfolg mit Sicherheit sich voraussehen läßt, alle mineralischen Stoffe sind aber nur als oft nützlicher Beidünger anzusehen und nicht im Stande, den thierischen Mist vollständig zu ersetzen. Liebig selbst hat in neuerer Zeit zu dem Ausspruch sich veranlaßt gesehen, daß man noch nicht die Quantität und den Zustand der Mineralstoffe genau feststellen könne, welche unter bestimmten klimatischen und Bodenverhältnissen dem Wachsthum der Pflanze besonders günstig sind, und daß man zunächst sich damit begnügen müsse, den uns von der Natur dargebotenen thierischen Dünger in eine solche Form zu bringen, daß die wirkenden Bestandtheile mit ihrer ganzen Kraft thätig werden, ohne daß eine größere oder geringere Menge derselben für die Erzeugung bestimmter organischer Substanzen verloren geht.

In England und Schottland werden häufig Düngmittel in großen Quantitäten verfertigt, welche für einzelne Kulturpflanzen eine specifisch günstige Wirkung äußern sollen und in der That auch, wenn sie eine richtige Zusammensetzung haben, von den Landwirthen bereitwillig angekauft werden. Unter einer richtigen Zusammensetzung derartiger Düngmittel verstehe ich eine solche, daß in Folge derselben die unter den meisten

Verhältnissen als Regel beobachtete Wirkung mit dem Handelspreise in einem passenden Verhältnisse steht. Dies kann aber nicht der Fall sein, wenn die Zusammensetzung der Düngmittel nach Analysen der Pflanzenaschen geregelt wurde, weil dann mit dem Dünger eine Menge von Kieselsäure und Kalisalzen dem Acker zugeführt werden, welche nothwendig den Preis des Düngers sehr erhöhen müssen und gleichwohl erfahrungsmäßig meistens nur eine geringe Wirkung als Bestandtheil eines concentrirten Düngers ausüben. Der Fabrikant und der Landwirth können beide nur bestehen bei einem Düngmittel, welches die beiden wichtigsten Pflanzennahrungsstoffe, den Stickstoff und die Phosphorsäure in passender Verbindung und in reichlicher Menge enthalten. Tausendfältige Erfahrungen sprechen dafür, daß man für die Cerealien möglichst stickstoffreiche Düngmittel verwenden muß, während bei der Kultur der Wurzelfrüchte oft solche Düngmittel eine sehr günstige Wirkung äußern, welche vorzugsweise viel lösliche Phosphorsäure, dagegen nur wenig Stickstoffverbindungen enthalten, wie die allgemein günstigen Erfolge der Düngung mit überphosphorsaurem Kalke zu Turnipsrüben beweisen. Zwei Compositionen (Nr. 1 und 2) der großen Londoner Düngergesellschaft wurden schon vor mehreren Jahren von Stöckhardt untersucht; Nr. 3 ist ein ganz neues Fabrikat aus Bristol und von Völcker analysirt worden:

	1. Turnipsdgr.	2. Korndgr.
Organische Substanz und Wasser	22	32
Phosphorsäure	10	17
Kochsalz und Glaubersalz	36	12
Kohlensaurer und schwefelsaurer Kalk	16	23
Kieselerde und sandige Substanz	16	16
	100	100
Stickstoff	$2^3/_4$	$3^1/_2$

	3. Weizendünger
Wasser	32,80
Auflösliche organische Substanz und Ammoniak	12,44
Sauer phophorsaurer Kalk	6,47
Auflösliche fixe alkalische Salze	3,70
Unlöslicher phosphorsaurer Kalk (Knochenerde)	12,60
Schwefelsaurer Kalk (Gips)	11,43
Magnesia	0,02
Unlösliche organische Substanz	15,34
Sand	5,20
	100,00
Stickstoff	4,24

Die Fabrikate Nr. 1 und 2 stammen aus einer Zeit, wo man den Natronsalzen eine sehr günstige Wirkung zuschrieb und namentlich glaubte, daß dieselben in der Ernährung der Pflanzen die Kalisalze vertreten könnten; gegenwärtig begnügt man sich allgemein, mit einem concentrirten Dünger, wie in Nr. 3, möglichst viel lösliche Phosphorsäure und Stickstoffverbindungen dem Boden zuzuführen; eine Beimischung von alkalischen Salzen ist freilich nützlich, weil dadurch die Löslichkeit und Wirkung der genannten wichtigeren Düngerbestandtheile erhöht wird, aber man darf auf eine solche Bei-

mischung keinen beträchtlich höheren Handelspreis des Fabrikates begründen wollen. Mit dem Zusatz von Kochsalz und anderen billigen Salzen zu den Düngerfabrikaten wird besonders häufig ein großer Betrug getrieben, indem solche Mischungen nicht selten unter großen Lobeserhebungen für hohe Preise ausgeboten und auch so lange verkauft werden, bis die praktische Erfahrung oder die chemische Analyse die ganze Schwindelei klar erwiesen hat. Beispielsweise theile ich hier zwei Analysen Völcker's mit: 1. Weizendünger eines Londoner Düngerfabrikanten und 2. Oekonomischer Patentdünger.

1. Weizendünger.		2. Oekonomischer Dünger.	
Wasser	9,65	Wasser	36,53
Kochsalz	68,63	Schwefelsaures Eisenoxydul	23,76
Salpetersaures Natron	0,47	Schwefelsaurer Kalk	0,86
Schwefelsaures Natron	3,85	Schwefelsaure Magnesia	0,20
Chlormagnesium	0,67	Doppelt-schwefelsaures Kali	4,68
Schwefelsaures Ammoniak	9,73	Doppel-schwefelsaures Natron	10,93
Organische Substanz	5,72	Schwefelsaures Natron	15,14
Sand	1,27	Schwefelsaures Ammoniak	2,65
	100,00	Sand	5,85
Stickstoff	2,18		100,59
		Stickstoff	0,68

Der sogenannte ökonomische Patentdünger ist seit einiger Zeit in England und Deutschland überall ausgeboten und hier und da auch verkauft worden; nach diesen Ankündigungen soll das Düngmittel für alle Früchte und namentlich zur Ueberdüngung vorzüglich geeignet sein und die dreifache Wirkung des peruanischen Guano's äußern. Direkte in England zu Cirencester und in Schottland zu Kilpunt und anderswo angestellte Versuche haben gezeigt, daß der ökonomische Dünger, wie zu erwarten war, keine Spur von einer günstigen Wirkung bei der Kultur verschiedener Früchte äußerte.

13. Samendünger.

Als Samendünger bezeichne ich eine Substanz, durch welche man, bei Anwendung einer geringen Quantität und mit verhältnißmäßig unbedeutendem Kostenaufwande, die bereits im Boden befindliche Kraft oder die nährenden Bestandtheile der Ackerkrume und der Atmosphäre zu einem schnelleren Uebergange in die Pflanze geneigt machen und somit die letztere selbst bestimmen kann, in allen ihren Theilen eine höhere Stufe der Entwicklung zu erreichen. Mit keinem andern Düngmittel ist der Landwirth so oft betrogen worden als mit dem sogenannten Samendünger, und es zeigt sich hier recht deutlich die Wahrheit der Behauptung, daß Wissenschaft auch ma-

terieller Reichthum sei, denn eine gründliche Einsicht in die Lehre von der Ernährung der Pflanzen gewährt den sichersten Schutz gegen die Gefahr, betrogen zu werden, und befähigt uns, über ein solches angepriesenes und selbst mit zahlreichen, scheinbar bestätigenden Zeugnissen ausgerüstetes Geheimmittel ein selbstständiges Urtheil zu fällen. Ehe ich auf die Betrachtung einiger dieser in neuerer Zeit ausgebotenen Fabrikate eingehe, möchte es nicht überflüssig sein, einige allgemeinere Bemerkungen vorauszuschicken, welche den Erfolg näher bezeichnen sollen, den man, meiner Ansicht zufolge, überhaupt von einer Samendüngung in der Gegenwart, wie in der Zukunft, zu erwarten hat.

Wo in der Natur ein neuer Körper gebildet wird, sei es durch das Mittel der den Organismen eigenthümlichen Lebensthätigkeit oder der überall wirksamen rein chemischen Kräfte, da sind stets die Elementarbestandtheile des neu erzeugten Körpers schon früher, nur in einer anderen Form und Verbindung, vorhanden gewesen; sie haben sich zur Erzeugung neuer Gebilde auf eine andere Weise neben einander geordnet. Nirgends in der Natur kann aus Nichts Etwas entstehen, ebenso wenig wie bei der Auflösung und Zerstörung eines vorhandenen Körpers eine Spur seiner Bestandtheile verloren geht, sie nehmen wiederum nur eine andere Gestalt an. Die einfachen Elementarstoffe können nicht in einander übergehen, keine gegenseitige Umwandlung erleiden, Sauerstoff kann nicht zu Wasserstoff, Kalkerde nicht zu Magnesia werden, die gasförmigen Bestandtheile der Atmosphäre nicht in die Metalle der Alkalien oder Erden sich verwandeln; weder Electricität, noch Magnetismus, noch die katalytische Kraft oder irgend eine andere der Naturkräfte ist im Stande, eine solche Umwandlung zu bewirken. Dieses muß als Grundsatz überall festgehalten werden und nur mit demselben ausgerüstet dürfen wir die Naturerscheinungen zu erklären versuchen. Ich habe bereits mehrfach darauf hingewiesen, daß die Pflanze die zur Erzeugung ihrer organischen Masse erforderlichen Nahrungsstoffe nöthigenfalls zwar allein der Atmosphäre entnehmen kann, daß sie aber weit üppiger und vollständiger sich entwickelt, wenn ihr dieselben Stoffe gleichzeitig in reichlicher Menge aus den Bestandtheilen des Bodens dargeboten werden; ja es steht wohl fest, daß die Pflanze den Grad der Ausbildung, welcher in der Kultur erstrebt und gewünscht wird, unter den Verhältnissen, denen die landwirthschaftliche Praxis bei uns ausgesetzt ist, nur dann erreichen kann, wenn sie auch die sogenannten atmosphärischen Nahrungsstoffe im Boden vorfindet. Aber auch angenommen, daß die Pflanze mit den zur Erzeugung ihrer vegetabilischen Masse nöthigen Nahrungsstoffen vollständig aus der atmosphärischen Luft sich zu versorgen im Stande wäre, so müßte man doch, um jede andere Düngung in chemischer Hinsicht vollständig überflüssig zu machen, die zur Entwickelung der Pflanzen nöthigen Mine-

ralstoffe in den Boden bringen, ein Verfahren, welches bei der Anwendung des Liebig'schen Patentdüngers beobachtet wird; hierzu sind aber für eine jährliche Ernte auf 1 Hectare etwa 300 Kil. erforderlich, eine Quantität, welche bei dem Samendünger nach den vorhandenen Vorschriften niemals angewendet wird. Es kann daher die Pflanze aus dem Samendünger keinenfalls die ganze ihr nöthige Nahrung entnehmen, nicht einmal hinsichtlich der Mineralstoffe und noch weniger, um ihre organische Masse zu bilden. Aus den angedeuteten Thatsachen kann man schon den Schluß ziehen, daß, wenn, wie es in der Regel der Fall ist, bei der Anpreisung eines neuen Samendüngers die Behauptung aufgestellt wird, durch denselben würde der gewöhnliche Dünger völlig überflüssig, es offenbar auf Betrug abgesehen ist; wenn außerdem noch die Hervorbringung einer weit höheren Fruchtbarkeit des Ackers bei Anwendung des Samendüngers angelobt, ja selbst die Kulturfähigkeit von ödem Flugsande, von saurem Moor- und Haideboden in sichere Aussicht gestellt wird, so hat man um so mehr Ursache, hinter derartigen Anpreisungen betrügerische Absichten zu vermuthen und von der Wirkungsart des Düngmittels selbst nur sehr geringe Erwartungen zu hegen. Die Ankündigung einer neuen Samendüngung, wie von Düngmitteln überhaupt, ist nicht selten von Zeugnissen begleitet, die den Werth derselben bestätigen sollen und oft sogar von mit Recht sehr anerkannten praktischen Landwirthen ausgestellt sind, aber dennoch später als auf Irrthümern beruhend sich ergeben. Die Ursache dieser Irrthümer liegt in der Ungenauigkeit, mit welcher landwirthschaftliche Versuche leider so häufig ausgeführt werden, so daß man die Resultate der Versuche den angewendeten Düngmitteln zuschreibt, während sie in Wirklichkeit durch mannichfache äußere Umstände wesentlich modificirt worden sind. Außerdem sind dergleichen Testate fast stets nur in sehr allgemein gehaltenen Ausdrücken abgefaßt, und keineswegs, wie es doch nöthig wäre, mit genauen Zahlenverhältnissen über die Wirksamkeit des Düngmittels versehen; und endlich ist es natürlich, daß die Fabrikanten nur die günstig ausgefallenen Resultate der angestellten Versuche mittheilen werden, die ungünstigen Urtheile aber mit Stillschweigen übergehen.

Wenn ich im Vorhergehenden im Allgemeinen die Samendüngung als ein Mittel, den Stall- oder Hofdünger entbehrlich zu machen, verworfen habe, so will ich derselben dagegen jetzt das Wort reden, insofern man mit ihrer Hülfe das Wachsthum der Pflanze, namentlich in ihrer Jugend, zu unterstützen beabsichtigt, und sie daher als eine *Bei- oder Nebendüngung betrachtet, um die Wirksamkeit des Hauptdüngers zu erhöhen.* Ich hege die Ueberzeugung, daß eine zweckmäßige Samendüngung im hohen Grade die Entwicklung der Pflanze zu fördern vermag, und daß vielleicht eine Zeit kommen wird, wo man den Samen einer jeden Pflanzen-

gattung oder wenigstens einer jeden Pflanzenfamilie vor seinem Aussäen einer besonderen Behandlung unterwirft. Bei einem guten, schnellen und gleichmäßigen Aufgehen der Saat ist schon die Ernte zur Hälfte gesichert, und wenn man dahin gelangt, durch geeignete Mittel die jugendliche Pflanze, welche mittelst der geringen Ausbildung ihrer Organe nur langsam und wenig Nahrung der Atmosphäre oder dem Erdboden entnehmen kann, in ihrem Wachsthum zu unterstützen, so wird man durch die Hervorbringung einer kräftigen jungen Pflanze dieselbe auch befähigen, später mit größerer Energie die nährenden Bodenbestandtheile sich anzueignen, vorausgesetzt natürlich, daß diese wirklich im Boden vorhanden sind, dieser also in der erforderlichen Kraft sich befindet. Diese Unterstützung aus ihrer nächsten Umgebung scheint die Pflanze vorzugsweise in dem Stadium ihres Lebens zu verlangen, wenn sie zur Bildung der ersten Keime die in dem Samenkorn aufgehäufte Nahrung absorbirt hat und nun aus dem Bereiche desselben als selbstständiges Individuum heraustritt. Wenn diese Voraussetzung, wie ich glaube, richtig ist, so würden die Bestandtheile eines wirksamen Samendüngers sich gleichsam von selbst ergeben, indem dieselben dann offenbar von der Art sein müßten, daß sie, denjenigen des Samenkornes selbst ähnlich, den Uebergang der aus dem letztern entnommenen Nahrung zu der Nahrung der weiter entwickelten Pflanze zu vermitteln im Stande wären; es müßten also in dem Samendünger auf der einen Seite stickstoffhaltige Substanzen, auf der anderen Seite aber auch besonders die Verbindungen der Phosphorsäure mit den Alkalien und den alkalischen Erden enthalten sein, denn beiderlei Stoffe finden wir in den ersten Keimen verhältnißmäßig in noch größerer Menge angehäuft als in dem Samenkorne selbst und sie scheinen vorzugsweise die junge Pflanze anzuregen, sich schnell und üppig zu entfalten. Der Salpeter, das salpetersaure Kali, ist schon vielfach als Samendünger, als ein Mittel angewendet worden, den Keimprozeß und namentlich das Wachsthum der jungen Pflanze zu beschleunigen. Der Salpeter enthält zwei wichtige pflanzenernährende Stoffe, nämlich chemisch gebundenen Stickstoff und Kali; nach Zusatz einer Phosphorsäureverbindung würden alle wesentlichen Bestandtheile eines guten Samendüngers zugegen sein. Liebig hat schon vor längerer Zeit die in Schwefelsäure aufgelösten Knochen als Samendünger in Vorschlag gebracht, nachdem die freie Säure durch Kalk oder durch kalireiche Asche abgestumpft worden wäre: es ist wahrscheinlich, daß dieses Gemenge guten Erfolg zeigen würde, welches jedoch, wie es scheint, durch direkte Versuche bisher noch nicht festgestellt worden ist. Mit den oben entwickelten Grundsätzen in Uebereinstimmung sind auch sehr stickstoffhaltige thierische Flüssigkeiten, vorzugsweise Blut, vermischt mit Asche, Kalk, Guano ꝛc. als Samendünger angewendet worden. Bei

allen diesen Mitteln, das Wachsthum der jungen Pflanze zu unterstützen, hat man stets zwei wesentliche Punkte zu berücksichtigen, zuerst nämlich, daß die Art der Behandlung des Samens mit dem betreffenden Düngmittel auch praktisch im Großen ausführbar sei, und sodann, daß der Dünger nicht gar zu hitzig und beizend wirke, indem in solchem Falle die Keimkraft, anstatt angeregt, völlig erstickt wird. In ersterer Hinsicht steht der Verbreitung und Anwendung eines zweckmäßigen Samendüngers die Unbequemlichkeit entgegen, welche aus der Behandlung der Samenkörner mit einer flüssigen und klebrigen Masse entspringt, indem nach dieser Behandlung der Samen entweder zu lange, oft mehrere Tage, ausgebreitet liegen muß, um oberflächlich wieder abzutrocknen, oder gar die einzelnen Körner zusammenkleben, wodurch das gleichmäßige Ausstreuen auf den Acker mittelst der Hand oder mit der Säemaschine schwierig, zuweilen unmöglich wird. Sehr leicht faulende, stickstoffreiche Substanzen, wie Blut, Guano u. dgl., tragen unter geeigneten Umständen, namentlich bei nasser, kalter Witterung und in einem thonigen, verschlossenen Boden, ihren eigenen Zustand der Fäulniß auf die organische Substanz des Samenkornes über, wodurch dann alle Lebensthätigkeit im Organismus vernichtet wird; man darf deshalb jene Stoffe nicht in einem gar zu concentrirten Zustande anwenden, sondern muß deren zu schleunige Zersetzung durch andere mehr indifferente Stoffe, wie Asche, Gips rc. zu mäßigen suchen. Es wird deswegen eine Samendüngung auch niemals vollständig eine andere Düngung ersetzen können, weil man unmöglich eine so große Masse von Pflanzennahrung mit den Samenkörnern in eine hinreichend innige Berührung wird bringen können, um eine ganze Ernte oder nur einen großen Theil derselben mit den erforderlichen Nahrungsstoffen zu versorgen, vorausgesetzt immer, daß man unter Samendünger eine Substanz versteht, welche theils in das Innere des Samenkornes selbst hineindringt, theils aber an der Oberfläche desselben hängen bleibt, nicht aber vielleicht in Pulverform mit dem Samen trocken vermischt und mit demselben gleichzeitig ausgestreut wird; in dem letzteren Falle kann man natürlich jede beliebige Quantität des Düngmittels anwenden, welches jedoch im ersteren Falle schon aus rein mechanischen Gründen nicht möglich ist. Ich habe im Sommer 1850 mit Gerste einige Versuche, freilich nur sehr im Kleinen, angestellt, um die Wirkung eines nach den angedeuteten Grundsätzen zusammengesetzten Samendüngers zu prüfen; die Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt, wobei zu bemerken ist, daß die Menge der angewendeten Düngmittel der leichteren Uebersicht wegen auf das Gewicht eines ganzen Hectoliters berechnet worden ist und ferner, daß die Samenkörner zuerst mit Blut übergossen und gut durch-

gerührt wurden, sodann der fein gepulverte peruanische Guano trocken übergestreut und durchgemengt und schließlich die noch übrige Feuchtigkeit oder Klebrigkeit durch Anwendung einer genügenden Menge von Holz- und Torfasche möglichst beseitigt wurde.

Nr. des Versuches.	Menge der Düngmittel für 1 Hectoliter Körner. Blut.	Guano.	Menge des Stickstoffes in diesem Dünger.	Ernte auf einer Fläche von 3 □-F. Stroh und Spreu.	Körner.
	Kil.	Kil.	Kil.	Grm.	Grm.
1. . .	0,0	0,0	0,0	54,3	36,3
2. . .	7,75	3,75	0,70	55,5	37,5
3. . .	31,00	15,00	2,76	64,5	41,3
4. . .	46,50	22,50	4,14	55,4	32,1
5. . .	62,00	30,00	5,52	56,8	37,5
6. . .	77,50	37,50	6,90	46,6	29,2
7. . .	93,00	45,00	8,28	17,8	11,5
8. . .	96,00	46,25	8,50	16,3	7,0

Nr. des Versuches.	Verhältniß zwischen Stroh u. Körnern.	Nr. 1=100 gesetzt. Stroh.	Körner.	Anzahl der Halme.	100 Halme wiegen
		Prc.	Prc.		Grm.
1. . . .	3 : 2	100	100	128	70,8
2. . . .	3,01 : 2	102,2	103,3	104	89,4
3. . . .	3,12 : 2	118,8	113,8	144	73,5
4. . . .	3,45 : 2	102,0	88,4	111	78,8
5. . . .	3,03 : 2	104,6	103,3	118	80,0
6. . . .	3,16 : 2	85,8	81,3	90	84,6
7. . . .	3,10 : 2	32,8	31,7	36	81,5
8. . . .	4,66 : 2	30,0	19,3	27	86,3

Die Erträge sind in allen Versuchen verhältnißmäßig sehr niedrig, welches nicht sowohl durch Mangel an natürlicher Bodenkraft bewirkt wurde, sondern in der ungünstigen, vorzugsweise gleich nach der Aussaat längere Zeit hindurch sehr naßkalten Witterung seinen Grund hat, wozu noch kam, daß die betreffenden Versuchsbeete etwas tiefer lagen als das umgebende Land, so daß das Wasser keinen rechten Abzug hatte. Unter günstigeren äußeren Verhältnissen hätten sich jedenfalls die Resultate bestimmter und deutlicher herausgestellt, indessen bemerkt man auch schon hier deutlich theils eine günstige, theils eine nachtheilige Wirkung des angewendeten Samendüngers. Wenn auch die Erträge selbst nur in dem Versuche 3 entschieden günstiger ausgefallen sind, so ist doch überall klar, daß unter dem Einfluß des Samendüngers, trotz der ungünstigen äußeren Verhältnisse, die ganze Pflanze in Stroh und Körnern ein üppigeres Wachsthum angenommen hat, da das Gewicht von 100 Halmen in N. 1 niedriger ist, als in allen anderen Versuchen; außerdem ergiebt sich aus den obigen Resultaten, daß mit dem Ver-

suche Nr. 6 die Quantität des unter den vorhandenen Verhältnissen anwendbaren Düngers offenbar überschritten ist, da nun die Anzahl der zur Entwickelung gelangten Samenkörner schnell und auffallend sich vermindert, wozu noch kommt, daß im Großen mit so bedeutenden Massen der genannten Substanzen gar nicht operirt werden kann. Wahrscheinlich ist die Qualität und Quantität der betreffenden Samendüngmittel für jede einzelne Pflanzengattung an bestimmte Regeln gebunden, welche von der Eigenthümlichkeit der von ihr zu erzeugenden organischen Masse, und von den mehr oder weniger vorherrschenden Mineralverbindungen, die in ihren Organismus übergehen, abhängig sein mögen. Es sind über diesen für die Pflanzenphysiologie, wie für die praktische Landwirthschaft überaus wichtigen Gegenstand bis jetzt noch keine weiteren direkten Versuche angestellt worden.

Nach den hier vorausgeschickten vorzugsweise theoretischen Betrachtungen will ich jetzt zu der Würdigung einiger in neuester Zeit angepriesener Samendüngungsmittel übergehen, und wähle aus der großen Masse der hierher gehörigen Präparate zweierlei Substanzen aus, weil diese bereits der erforderlichen Prüfung in praktischer, wie in theoretischer Hinsicht unterworfen worden sind. Das eine dieser Fabrikate ist unter dem Namen des Wolff'schen Samendüngungsmittels ausgeboten worden und ist eine feinkörnige, erdige, gelblich-grau gefärbte Masse, von welcher, der Vorschrift gemäß, auf einen Dresdner Scheffel Aussaat 80 Pfund oder doch höchstens für die Fläche von 150 Quadratruthen 1 Centner, also auf 1 Hectare 180 Kilogramme angewendet werden sollen. Die angegebene Quantität des Düngers wird entweder über die Saat ausgestreut oder mit Jauche zu einem dünnen Brei angerührt, mit dem betreffenden Saatquantum innig gemengt, und das Gemenge, welches durch Einziehen des Wassers in die Samenkörner und durch Verdünsten desselben allmälig trocken geworden ist, nach drei Tagen ausgesäet. Die Bestandtheile einer Probe dieses Düngmittels waren:

Kali	0,4	Chlor	0,4
Natron	0,2	Kieselerde	0,4
Kalk	3,0	Kohlensäure	2,5
Magnesia	1,0	In Salzsäure unlöslich	71,9
Eisenoxyd und Thonerde	5,8	Stickstoffhaltige Substanz	4,8
Phosphorsäure	0,5	Stickstoffloser Glühverlust	5,3
Schwefelsäure	0,3	Wasser	4,2
			100,7

In Wasser löste sich nur 1/2 Proc., in Salzsäure 14,5 Proc. auf. Auf der Akademie zu Eldena, wo die vorstehende analytische Untersuchung von John ausgeführt wurde, konnte bei der vorschriftmäßigen Anwendung des Düngungsmittels auf Roggen durchaus keine Wirkung beobachtet werden.

Auf der landwirthschaftlichen Lehranstalt zu Brösa ist ebenfalls eine direkt bezogene Probe des hier in Rede stehenden Düngmittels der chemischen, wie der praktischen Prüfung unterworfen worden. Die chemische Analyse lieferte Resultate, welche von den so eben mitgetheilten, namentlich in der Menge der vorhandenen organischen Substanz, etwas abweichend waren und beweisen, daß auch dieses Düngmittel, wie fast alle anderen, an Unregelmäßigkeit in der Zusammensetzung leidet.

Chlornatrium, Chlorcalcium	0,99
Phosphorsaurer Kalk	4,58
Eisenoxyd und Thonerde	3,55
Kohlensaurer Kalk	6,36
Organische verbrennbare Substanz, worunter Salmiak	25,03
Quarzsand und gebrannter Thon	56,16
Wasser	3,07
	99,74

Aehnliche Resultate fand auch Stöckhardt in Tharand bei der Untersuchung dieses Düngmittels.

Die folgenden Versuche wurden zu Brösa auf einem ziemlich erschöpften Felde angestellt und die in den verschiedenen Ernten gewonnenen Quantitäten an Körnern und Stroh vom Hafer durch die Wage genau bestimmt. Jede einzelne Versuchsfläche war nur 16 Quadratruthen groß, die Resultate sind aber sämmtlich auf die Fläche von einem Hectare berechnet worden.

Düngmittel.	Menge des Düngmittels auf 1 Hectare.	Ertrag an Körnern auf 1 Hectare.	Ertrag an Stroh und Spreu auf 1 Hectare.	Verhältniß der Körner zum Stroh.	Ertrag an Körnern Nr. 1=100	Ertrag an Stroh Nr. 1 = 100.
	Kil.	Kil.	Kil.		Prc.	Prc.
1. Ohne Dünger	—	928	1215	1 : 1,31	100	100
2. Wolff'scher Samendünger mit Jauche angemacht	169	1063	1300	1 : 1,22	114,5	107
3. Desgleichen über die Saat gestreut	169	928	1325	1 : 1,43	100	109

Ganz ähnliche Versuche wurden auch mit Gerste ausgeführt; diese lieferten jedoch nicht einmal ein so deutliches Resultat, wie die so eben mitgetheilten; es wurde sogar ohne allen Wolff'schen Dünger mehr geerntet, als bei Anwendung desselben, welches negative Resultat jedoch nicht dem Dünger zugeschrieben werden darf, sondern durch andere zufällige Umstände verursacht worden ist, welche namentlich bei einem Acker, der, wie in diesem Falle, in bester Kraft (Vorfrucht: gedüngte Kartoffeln) sich befindet, nicht immer genau nachzuweisen sind. Uebrigens zeigte auch bei den Versuchen mit Gerste die eigentliche Samendüngung einen etwas günstigeren Erfolg als das bloße Ausstreuen des trocknen Düngers gleich nach der Saat.

In der von dem Erfinder dieses Düngmittels ausgegebenen Ankündigung

heißt es unter Anderem, daß das Präparat den Zweck haben soll, die natürlichen Düngungsmaterialien auf eine billige Weise zu vermehren; jedoch soll es auch in seiner Wirkung auf die verschiedenen Fruchtgattungen, ganz selbstständig und für sich allein thätig sein und selbst bei geringen, seit drei Jahren nicht gedüngten Feldern, in den schlechtesten Bodenklassen, einen ausgezeichneten Erfolg gewähren, so daß die darauf gewachsenen Früchte diejenigen an Frische und Güte in Korn und Stroh übertreffen, welche auf besserem Boden und frischgedüngten Feldern vegetiren. Der Landmann soll bei Anwendung des Düngmittels bei der beispiellosen Billigkeit desselben immer noch mehr an Körnern und Früchten erbauen, als bei dem Gebrauche irgend eines anderen Düngstoffes, und in den Stand gesetzt werden, im Allgemeinen seine Landwirthschaft zu einer außerordentlichen Blüthe und dem größtmöglichen Ertrage zu bringen. Betrachten wir nun zunächst die oben gefundene Zusammensetzung des angepriesenen Samen-Düngungsmittels vom theoretischen Standpunkte aus, so sehen wir, daß selbst bei der besseren Probe beinahe zwei Drittel aus Sand, Thon und Feuchtigkeit bestehen und daher als ganz unnützer Ballast von den wirksamen Bestandtheilen in Abzug gebracht werden müssen. Die übrigen Stoffe sind zum Theil organischer, verbrennbarer Natur, zum Theil gehören sie dem Mineralreiche an; in den ersteren ist kaum so viel Stickstoff enthalten, daß deren Menge von 100 Theilen des Düngmittels 1 Theil beträgt, — unter den letzteren vermißt man größere Mengen von auflöslichen Alkalien. Das ganze stellt sich nach den chemischen Untersuchungen als ein feinkörniger Sand oder eine sandige Ackerkrume heraus, welcher man eine geringe Quantität fein zerstampfter Knochen (deren Splitter ich bei der von mir untersuchten Probe deutlich wahrnehmen konnte) und vielleicht noch einige andere stickstoffhaltige Abgänge aus der Haushaltung oder auch Rapskuchenmehl beigemischt und dieses Gemenge zu wiederholten Malen mit Jauche übergossen hat, welche letztere, wie es scheint, vor der Anwendung mit etwas Salzsäure neutralisirt worden war. Wenn man nun eine so geringe Menge von gebundenem Stickstoff und von Phosphorsäure auf den Acker bringt, als es bei Anwendung dieser sogenannten Samendüngung der Fall ist, so kann man doch unmöglich behaupten wollen, daß ein solches Düngmittel für sich allein einen ausgezeichneten Erfolg für das Gedeihen der Pflanzen äußern könne. Aus den Resultaten der mitgetheilten direkten Versuche ersieht man, daß das Ueberstreuen jenes Düngmittels in den vorgeschriebenen Mengenverhältnissen fast gar keine Wirkung hervorgebracht hat, dagegen hat die Anwendung als Samendüngung nebst Behandlung mit Jauche einen deutlichen Mehrertrag in der Ernte bewirkt, welcher jedoch kaum hinreichend ist, um die Kosten der Düngung zu decken, geschweige denn mit beträchtlichen

Vortheilen verbunden ist. Das Düngmittel muß allerdings eine seinen Bestandtheilen entsprechende günstige, freilich nur höchst unbedeutende Wirkung hervorbringen; wenn man aber, was der Erfinder zu verlangen scheint, das ganze zukünftige Heil der Landwirthschaft in diesem Düngmittel suchen wollte, dann wäre offenbar unsere Hoffnung, die Agrikultur immer mehr auf einer wissenschaftlichen Basis begründet zu sehen, nur an schwache Stützen gebunden.

Während das so eben beschriebene Düngmittel so schnell, wie es bekannt geworden, auch wiederum verschwunden und schon jetzt der Vergessenheit fast vollkommen anheimgefallen ist, so findet dagegen ein anderes Samendüngmittel, welches schon seit vielen Jahren das landwirthschaftliche Publikum theilweise in Aufregung erhalten hat, gegenwärtig noch immer Fürsprecher und, was dem Fabrikanten die Hauptsache ist, auch Abnahme und Anwendung. Im Jahre 1829 trat Bickes aus Mainz zuerst mit einer neuen Methode der Samendüngung hervor; wenigstens datiren sich die ältesten von ihm veröffentlichten Testate aus diesem Jahre. In der langen Zeit von 1829 bis 1842 ist es Bickes gelungen, eine gewisse Anzahl von Zeugnissen sich zu verschaffen, welche, wie auch einige Zeitungsartikel, sich höchst lobend über seine Erfindung aussprechen.

Da die Regierungen Deutschlands, trotz aller Anpreisungen, sich nicht dazu entschließen konnten, dem Erfinder sein Geheimniß für eine namhafte Summe abzukaufen, so ging Bickes nach England, um hier sein Heil zu versuchen. Aber auch hier konnte ein 6jähriger Aufenthalt weder die Regierung noch das landwirthschaftliche Publikum von der Vorzüglichkeit und Unfehlbarkeit dieser Samendüngung überzeugen und Bickes mußte, nachdem er in England eine Reihe von beistimmenden Zeugnissen erhalten und nun bereits in Oesterreich, Deutschland, Belgien und England nicht die erwünschten Käufer seines Fabrikates gefunden hatte, als letzte Zufluchtsstätte nach Frankreich sich begeben. In diesem Lande ließ die Regierung sich bewegen, das Mittel einer sachverständigen aus Landwirthen und Naturkundigen bestehenden Commission zur Prüfung zu übergeben; das Resultat dieser Prüfung war ein den Erfinder sehr wenig zufriedenstellendes, denn es ergab sich, wie vor einigen Jahren in allen landwirthschaftlichen Blättern zu lesen war, daß die Wirkung des Düngmittels so unbedeutend sei, daß man dem Staat, wie dem Privatmanne nur abrathen könne, für dieses Präparat oder für das Geheimniß von dessen Zubereitung Geld und Geldeswerth auszugeben. Man sollte nun glauben, daß nach allen diesen trüben Schicksalen und Erfahrungen das Düngmittel endlich bescheiden von der Tagesbühne abtreten oder doch in die Schranken, innerhalb welcher es einigermaßen empfehlenswerth sein möchte, zurücktreten würde; aber dies war nicht der Fall, im Ge-

gentheil ist vor wenigen Jahren eine großartige Fabrik und Handlung in Berlin, unter der Firma Köpp und Comp., eröffnet worden, von wo aus das Düngmittel in kleinen Packeten und resp. Blechbüchsen in alle Welt versandt und in der That namentlich in Norddeutschland, welches bisher allein verschont geblieben war, wie es scheint, in nicht unbedeutender Menge abgesetzt wird. Dieses Köpp'sche Düngmittel will ich nun hier einer näheren Betrachtung unterwerfen.

Köpp hat in London das Bickes'sche Geheimniß kennen gelernt und ist nach vielen „mühsamen" Versuchen dahin gelangt, den concentrirten Dünger in einer Form und Verpackung herzustellen, „daß er in dem elegantesten Salon und ohne Gefahr, zu verderben, Jahre lang aufbewahrt werden kann." Während Bickes in seiner Veröffentlichung von 1842 durch seinen Samendünger allen anderen Dünger vollständig ersetzen und überflüssig machen, und bei Getreide, Mais &c. mit Aufwendung von nur 5, bei Kohlsaat, Rüben, Mohn &c. sogar von kaum 2 Groschen für einen ganzen Morgen Landes in jedem Jahre in ununterbrochener Folge die schönsten Ernten erzielen wollte, — hat Köpp doch sein Ansprüche und Erwartungen in so weit ermäßigt, daß er es keineswegs für nothwendig hält, „den stolzen Misthaufen ungenützt zu lassen," sondern im Gegentheil es für sehr zweckmäßig erachtet, mittelst desselben, „sogar die magersten Felder kräftig zu bessern und zuletzt alle bis zur Gartenerde zu erheben." Aber immer heißt es noch in der Ankündigung des Köpp'schen Düngmittels, daß es dessen Zweck sei, „die gegenwärtigen enormen Kosten der Düngung zu redúciren und den Landwirth in den Stand zu setzen, Getreide &c. auf solchen Feldern zu produciren, welche bisher theils wegen ihrer Lage das Düngen entweder ganz unmöglich, oder der Mühe und Kosten wegen nicht lohnend erscheinen lassen, theils ihrer Natur nach keine Ertragsfähigkeit versprechen; ferner auch, was von so großer Wichtigkeit, in ununterbrochener Folge dasjenige Getreide auf demselben Terrain zu produciren, welches den meisten Vortheil bietet."

Köpp bietet mehrere Arten von Samendüngmitteln aus, eins für Cerealien, eins für Hülsenfrüchte, eins für Knollengewächse &c.; jede der Hauptarten hat wieder eine Menge Unterarten, alle aber, wie ich glaube, bestehen aus zwei von einander verschiedenen und getrennten Substanzen, nämlich einmal aus einer zähflüssigen, kleberigen, bräunlich gefärbten und stark leimartig riechenden Masse, welche in Blechkästchen vermeintlich hermetisch verschlossen ist und von dem Erfinder „concentrirte Animalmasse" genannt wird, und sodann aus einem grauen in Papier verpackten Pulver, welches den schönklingenden Namen „Fertilisationspulver" erhalten hat. Beiderlei Substanzen, insofern sie zur Düngung von Cerealien bestimmt waren, sind

auf der Akademie zu Eldena von John der chemischen Untersuchung unterworfen worden. Die concentrirte Animalmasse verhielt sich ihrem Aussehen und ihren Eigenschaften nach ganz wie steifgekochter Tischlerleim und in chemischer Hinsicht, wie folgt:

100 Th. der frischen Masse enthielten bei 120° C. getrocknet .	48,7 trockner Substanz.
100 Th. trockner Substanz hinterließen beim Verbrennen . .	26,7 Salze.
100 Th. trockner Substanz gaben mit Natronkalk verbrannt 12,86 Stickstoff. Da der Leim c. 18,3 Stickstoff enthält, so entsprechen diese 12,86 Stickstoff	70,3 Leim.
	97,0 trockner Substanz.

Die Salze lösten sich vollständig in Salzsäure, enthielten viel Kohlensäure, Chlor, wenig Schwefelsäure, Spuren von Phosphorsäure und Eisenoxyd, viel Kalk, keine Magnesia und Alkalien. Der Mangel an Phosphorsäure und Alkalien ist offenbar ein Mangel des Düngmittels; doch sind vielleicht diese Mineralstoffe nur zufällige Bestandtheile und somit der Fabrikant unschuldig an deren unvollkommener Beschaffenheit. Von dieser Minealmasse werden auf 1 Berliner Scheffel Aussaat vorschriftsmäßig 1 Kil. ($2^1/_4$ Pfd.) verwendet, also an:

trocknem Leim . .	— Pfd.	$24^1/_4$ Loth	oder	0,38 Kil.
Salzen	— „	$9^1/_3$ „	„	0,13 „
Wasser	1 „	5 „	„	0,53 „

Das Fertilisationspulver enthielt in 100 Theilen:

Kali	0,14	Chlor	0,13
Natron	0,36	Kieselerde	0,77
Kalk	14,80	Kohlensäure	11,20
Magnesia	Spur	In Salzsäure unlöslich	48,00
Eisenoxyd und Thonerde . . .	10,20	Glühverlust	9,70
Phosphorsäure	0,60	Wasser	4,00
Schwefelsäure	Spur		101,80

Diese analytischen Data, wie auch eine mikroskopische Untersuchung ließen dieses Pulver als eine ausgelaugte, noch dazu sehr schlechte Seifensiederasche erkennen. Die $6^1/_2$ Pfund, welche der Vorschrift gemäß von diesem Fertilisationspulver auf das Saatquantum von 1 Berliner Scheffel verwendet werden sollen, werden gleichsam durch die Animalmasse an die Samenkörner angeklebt und diese sodann ausgestreut. In den zu Eldena angestellten Versuchen hat dieses Düngmittel bei Gerste, bei Riesen-Steckrüben und bei Turnips, dem Stand der Früchte in allen verschiedenen Entwickelungs-Stadien nach zu urtheilen, weder günstige, noch nachtheilige Wirkung geäußert. Schweitzer hat die Resultate einiger im Jahre 1849 auf der Akademie zu

Poppelsdorf ausgeführten Versuche veröffentlicht, welche ich noch mittheilen will, da sie mehr als alle theoretischen Betrachtungen die geringe Wirksamkeit des Köpp'schen Samendüngmittels beweisen. Da das Gewicht der Körner nicht angegeben ist, so stelle ich die Resultate zusammen in der Weise, wie sie bekannt gemacht worden sind, und bemerke nur, daß unter den Scheffeln Berliner Scheffel zu verstehen sind und daß die Erträge sämmtlich auf die Fläche eines Magdeburger Morgens sich beziehen:

Früchte.	Körner. Scheffel.	Körner. Metzen.	Stroh. Pfund.
1. Hafer, ungedüngt	25	—	2392
Hafer, gedüngt	25	—	2384
2. Gerste, ungedüngt	14	—	1856
Gerste, gedüngt	14	8	1903
3. Hirse, ungedüngt	12	6	1875
Hirse, gedüngt	12	6	1870
4. Buchweizen, ungedüngt	10	10	1200
Buchweizen, gedüngt	10	8	1147

Bei der Kultur von Kartoffeln lieferte das mit Köpp's Düngmittel behandelte Versuchsstück pr. Magdeburger Morgen 8760 Pfd., das ungedüngte dagegen 10,960 Pfund Kartoffeln, so daß sich also zum Nachtheile des Düngmittels ein Minderertrag von 2200 Pfd. herausstellte.

Der bei weitem wichtigste und wirksamste Bestandtheil des Köpp'schen Samendüngers ist der Leim, eine Substanz, welche in der That eine concentrirte Animalmasse genannt werden kann und welche, in Uebereinstimmung mit den oben ausgesprochenen Ansichten, wirklich mit gutem Erfolge zu dem hier in Rede stehenden Zwecke verwendet werden kann. Der Leim ist eine sehr stickstoffhaltige Substanz; er ist, wie alle thierischen Körper, sehr zur schnellen Zersetzung oder Fäulniß geneigt und liefert bei derselben eine reichliche Menge Ammoniak, einen Körper, welcher, wie wir wissen, in hohem Grade die Fähigkeit besitzt, das Wachsthum der Pflanze zu fördern. Mit der vorher erwähnten Quantität, welche der Vorschrift gemäß an Leimsubstanz angewendet wird, bringt man so viel chemisch gebundenen Stickstoff in den Boden, daß dadurch etwa $^1/_{240}$ der ganzen Ernte mit dem genannten Nahrungsstoffe versehen werden kann. Dies ist allerdings nur eine geringe Menge von Nahrungsstoff, sie reicht aber hin, die in den Samenkörnen selbst aufgehäufte Nahrungsmasse zu vermehren und also auch die junge Pflanze aus ihrer nächsten Umgebung länger zu ernähren, als es sonst möglich sein würde und sie mithin in einem schon mehr entwickelten und gekräftigten Zustande ihrem weiteren Lebenslaufe zu überlassen. Wenn der Nahrungsstoff, welcher mit der Samendüngung den ersten Keimen zu Gute kommt, von der

jugendlichen Pflanze vollständig absorbirt und verarbeitet ist, so hört auch aller direkter Einfluß des Samendüngers auf die fernere Entwicklung der Pflanze vollständig auf und es verhält sich diese dann ganz und gar ebenso, wie jede andere, ohne Samendüngung gezogene junge Pflanze derselben Gattung. Das Köpp'sche Fertilisationspulver ist für die Wirkung des Samendüngers fast ganz gleichgültig, jede Art von Asche vermag dasselbe zu ersetzen. Als Endresultat ergiebt sich aus vorstehenden Betrachtungen, daß die von Köpp ausgebotene Samendüngung, obgleich in gewisser Hinsicht einen richtigen Weg verfolgend, dennoch keineswegs eine dem Zwecke entsprechende Zusammensetzung hat, ganz abgesehen von dem dafür in Anspruch genommenen Preise, der bei der großen Einfachheit und Billigkeit des zur Bereitung verwendeten Materials, ein unverhältnißmäßig hoher ist.

Es ist wirklich an der Zeit, die so häufig unter dem Deckmantel der Wissenschaft in die Welt geschickten Düngmittel einer scharfen Controle zu unterwerfen; wenn dieselben auch durch die Praxis selbst nach einiger Zeit in ihrer oft vollständigen Unwirksamkeit erkannt und zurückgewiesen werden, so entspringt aus ihnen doch der wahren Wissenschaft ein sehr großer Nachtheil, denn der Praktiker wird häufig mißtrauisch gegen die völlig uneigennützigen Bestrebungen der letzteren und die innige und bleibende Vereinigung zwischen Praxis und Wissenschaft, welche zur beiderseitigen Ausbildung so wünschenswerth und durchaus nothwendig ist, immer mehr in die ferne Zukunft hinausgeschoben. Ich selbst erkenne die Vortheile einer zweckmäßigen Samendüngung, aber ich weiß auch, daß der allgemeinen Verbreitung einer solchen große, schon rein mechanische, Hindernisse entgegenstehen und außerdem, daß man noch durchaus keine bestimmte Idee darüber hat, wie dieselbe unter vorhandenen Boden- und klimatischen Verhältnissen für einzelne Pflanzengattungen beschaffen sein muß.

14. Beizmittel.

Das Beizen des Samens ist eine Operation, welche der Samendüngung sehr ähnlich ist; hier wie dort werden die Samenkörner mit gewissen löslichen oder unlöslichen Stoffen in Berührung gebracht, welche das Innere derselben durchdringen oder deren Oberfläche mit einer mehr oder weniger dicken Schicht überziehen. Jedoch liegt schon in dem Namen des Beizmittels angedeutet, daß dieses in der Regel einen ätzenden, scharfen Stoff enthält, welcher nicht, wie bei der Samendüngung, unmittelbar und vollständig zur Ernährung der jungen Pflanze verwendet zu werden braucht, sondern vielmehr zunächst einen anderen und zwar doppelten Zweck hat, nämlich einmal die Keimkraft der

Samen zu erwecken, den Prozeß des Keimens selbst zu beschleunigen und dann außerdem, wie es scheint, die in den Samenkörnern in ihren ersten Keimen vielleicht vorhandenen Krankheitsstoffe, namentlich den Brand im Weizen zu zerstören und deren Eintreten bei der weiter sich entwickelnden Pflanze möglichst zu verhindern. Die mannichfachen sogenannten Beizmittel, welche in der Praxis wirklich zur Anwendung kommen, enthalten fast alle einen scharfen, entweder ätzend (alkalisch) oder sauer schmeckenden Körper und es liegt in der zerstörenden Kraft dieser vorherrschenden Substanz wohl der nächste und Hauptgrund für die Anwendung und die wirkliche oder doch vermuthete Wirkung der Samenbeize. Dergleichen ätzend wirkende Stoffe sind z. B. der gebrannte und frisch gelöschte Kalk, und auch die Jauche selbst, welche man nebst dem Kalke mit den Samen in Berührung bringt. Durch ihre sauren Eigenschaften zerstörend wirkende, ebenfalls nicht selten angewendete Beizmittel sind unter anderen der Kupfer- und der Eisenvitriol; auch der weiße Arsenik, welcher in früheren Zeiten zum Beizen der Samen benutzt wurde, hat die Eigenschaften einer schwachen Säure. Aus diesen Beispielen ersieht man, daß die Beizmittel gerade aus solchen Körpern bestehen, welche entweder als schwache Säuren wirken, oder freie alkalische Stoffe sind, deren Aetzkraft jedoch nicht den höchsten Grad erreicht, wie er bei den kaustischen fixen Alkalien auftritt, sondern in dem Kalke und Ammoniak etwas schwächer sich zeigt. Der Zusatz größerer oder geringerer Mengen von allerlei auflöslichen Salzen der Alkalien und alkalischen Erden, wie von Kochsalz, Soda, Glaubersalz, Pottasche, Bittersalz ꝛc. zu den Haupt-Beizmitteln giebt den letzteren theilweise ein direktes Ernährungsvermögen und vermittelt den Uebergang derselben zu der eigentlichen Samendüngung. Außer der muthmaßlichen Zerstörung von etwa in dem Samen vorhandenen schädlichen Krankheitsstoffen und der damit in naher Beziehung stehenden Zerstörung der Keimkraft in schwachen, unvollständig ausgebildeten Samenkörnern, kann man wenigstens den basisch reagirenden Beizmitteln auch noch eine fördernde Thätigkeit in dem Prozesse des Keimens selbst beilegen. Die erste chemische Thätigkeit, welche den Keimprozeß selbst oder die Umwandlung der vorhandenen organischen Stoffe einzuleiten scheint, besteht in einer Absorption von Sauerstoffgas aus der den umgebenden Erdboden durchdringenden Luft und in der Entwicklung von Kohlensäuregas; man befördert das Keimen der Samen auf eine sehr merkliche Weise, entweder dadurch, daß man eine größere Menge von Sauerstoff und gleichsam in einem concentrirteren Zustande mit den keimenden Samenkörnern in Berührung bringt, wie es bei Anwendung von mit reinem Sauerstoff- oder mit Chlorgas gesättigtem Wasser geschieht, oder auch auf die Weise, daß man für eine schleunige Entfernung der neu

gebildeten Kohlensäure aus der unmittelbaren Umgebung der Samen... Sorge trägt und dadurch einer anderen Quantität der stets aufs Neue sich entwickelnden Kohlensäure Platz macht. Ein Mittel, um die Kohlensäure zu entfernen, besitzt man in dem kaustischen Kalke, mit welchem man die Saat beizt, eine Substanz, welche eine große Neigung hat, mit der Kohlensäure eine innige chemische Verbindung einzugehen. Ob der Kupfer- und der Eisenvitriol hier eine ähnliche Thätigkeit, wie die Alkalien, zu äußern im Stande sind, will ich dahingestellt sein lassen, jedoch scheint es mir nicht unmöglich, daß in der That die aus den Samen sich entwickelnde Kohlensäure die Zersetzung jener Vitriole befördert, indem sie selbst mit dem basischen Bestandtheile derselben eine bleibende oder vorübergehende Verbindung eingeht. Das wahre Wesen der Beizmittel und die sichere Entscheidung über deren Wirkungsart, worüber ich hier nur Vermuthungen habe aufstellen können, müssen wir nebst der Lösung vieler anderer Fragen von wissenschaftlichem Interesse und praktischer Bedeutung der Zukunft überlassen.

15. Der Compostdünger.

Von allen Düngmitteln, welche existiren, hat keins eine weniger constante Zusammensetzung als dasjenige, welches man mit dem Namen des Compostdüngers zu belegen pflegt. Man versteht darunter ein möglichst inniges Gemenge aller derjenigen Abgänge aus der Wirthschaft, denen man überhaupt nur irgend eine düngende Kraft beizulegen Ursache hat, mit fruchtbarer Ackererde, mit dem Schlamm aus Teichen und Gräben, oft auch mit Torf- und Braunkohlenpulver, auch wohl außerdem mit Kalk, Asche, Schutt, gebranntem Thon (zerstoßenen Ziegelsteinen), — welchem Gemenge man durch häufiges Begießen mit Jauche, oder durch Zusatz von menschlichen Excrementen, zerstoßenen Knochen und dgl. Substanzen eine größere Wirksamkeit zu verschaffen sucht. Bei einer so überaus veränderlichen Zusammensetzung würde es überflüssig sein, chemische Analysen mitzutheilen und eben so wenig kann man über die Wirkungsart des Compostdüngers auf die Entwicklung der Pflanzen im Allgemeinen Betrachtungen anstellen, da diese Wirkungsart mit der Veränderung der Bestandtheile selbst wechseln muß. Hinsichtlich der Bereitung eines kräftigen Compostes lassen sich allerdings vom wissenschaftlichen Standpunkte aus einige leitende Grundsätze aufstellen, welche jedoch als mehr unmittelbar in die Praxis eingreifend und auf dieselbe sich beziehend, erst später eine nähere Erörterung finden werden; dagegen ist über die Anwendung des Compostes als eines kräftig wirkenden Wiesendüngers in dem folgenden Paragraphen das Nöthige gesagt worden.

16. Die Düngung der Wiesen. Theorie der Wiesendüngung.

Den Wiesen und deren Vegetation hat man bisher in Deutschland, wie es scheint, nur an wenigen Orten die nöthige Aufmerksamkeit gewidmet; erst in neuester Zeit hat man angefangen, die Wiesen mittelst Planiren, Bewässern und Düngen zu einem höheren Grade der Fruchtbarkeit zu bestimmen. Man wird in dem Folgenden die Resultate einiger Düngungsversuche zusammengestellt finden, welche angestellt wurden, um die Wirkung gewisser Düngmittel auf den Graswuchs zu prüfen; jedoch ist zu bemerken, daß die mitgetheilten Versuche, Folgerungen und theoretischen Betrachtungen sich allein auf die eigentlichen Wiesen beziehen, die niemals vom Pfluge berührt werden; die zahlreichen Düngungsversuche hinsichtlich des zu Grasland wiedergelegten Ackers werden erst später Erwähnung und Berücksichtigung finden.

Wo, wie in England, Belgien, in der Schweiz, und ausnahmsweise in einzelnen Theilen Deutschlands, die Viehzucht und Viehmast in großer Ausdehnung betrieben wird, und wo deswegen der Futterbau vor dem Körnerbau und der Kultur von Handelsfrüchten sehr vorherrscht, vielleicht noch begünstigt durch ein feuchteres Klima wegen der Nähe des Meeres, an solchen Orten wird nicht selten eine so große Quantität Dünger erzeugt, daß man mit demselben gleichmäßig die Wiesen, wie den Acker zu überfahren im Stande ist, in solchen Gegenden wird alle Sorgfalt verwendet auf die Hervorbringung eines guten und intensiv kräftigen Futters, welches man auf den Wiesen in den meisten Fällen nur produciren kann nach der Düngung mit Stallmist oder einem anderen geeigneten Mittel. Auch bei uns in Deutschland hat fast jeder Landwirth durch eigene Erfahrung die überaus günstige Wirkung des Stalldüngers auf den Wiesen bestätigt gefunden, aber nur selten befindet er sich in dem glücklichen Falle, daß er in regelmäßiger Folge den Wiesen wie dem Acker die durch mehrfache Ernten ausgesogene Kraft durch jenes Mittel direkt wieder zuführen könnte, gewöhnlich producirt er kaum so viel Dünger, um sein unter dem Pfluge befindliches Feld in der erwünschten Fruchtbarkeit zu erhalten oder zu derselben zu erheben. Wenn nun aber die Erfahrungen hinsichtlich der günstigen Wirkung des Stalldüngers auf das Gedeihen der Wiesenpflanzen unzählige sind, so liegen doch nur sehr wenige in der Art vor, daß sie in ganz genau bestimmte Zahlenverhältnisse könnten zusammengefaßt werden, wie es nothwendig ist, wenn die Wissenschaft aus ihnen ihre Vorlagen zu allgemeinen Folgerungen und Betrachtungen entnehmen soll. Ich kann hier auf keine anderen Versuche aufmerksam machen, als auf die, welche auf der landwirthschaftlichen Akademie zu Hohenheim in acht auf einander folgenden Jahren auf einer guten mäßig feuchten Wiese durchgeführt und mitgetheilt

worden sind. In diesen Versuchen wurde eine Parzelle alle Jahr, eine andere alle zwei Jahre mit Dünger überstreut, eine dritte zur Vergleichung dienende und gleich große Fläche erhielt keinen Dünger. Auf acht Jahre vertheilt betrug der jährliche Dünger für 1 Hectare Landes 13760 Kil.; der jährliche Durchschnittsertrag an Heu und Grummet von der gedüngten Wiese war in diesen acht Jahren für die Fläche eines Hectare 6420 Kil., von dem ungedüngten Theile dagegen nur 3915 Kil.; der durch den Dünger bewirkte *Mehrertrag* betrug also jährlich 2505 Kil. Die ganze von der gedüngten Wiese erhaltene Ernte betrug 6420 Kil., also der daraus resultirende Dünger wenigstens das Doppelte oder etwa 13,000 Kil. Da nun der Düngeraufwand für die Wiese jährlich 13,760 Kil. ausmachte, so folgt, daß die Versuchswiese ungefähr mit Wiederverwendung des aus dem jährlich gewonnenen Futter zu erzeugenden Düngers auf einer gleichen und zwar hohen Stufe der Fruchtbarkeit erhalten wurde.

Die Düngung der Wiesen erhöht ferner auch die *Sicherheit des Ertrages*, indem auf solche in Kraft gehaltene Wiesen die ungünstigen Witterungsverhältnisse bei weitem nicht so nachtheiligen Einfluß äußern, als dies auf mageren, ungedüngten Grasfluren der Fall ist. Die in Hohenheim ausgeführten Versuche geben auch in dieser Hinsicht einige Anhaltspunkte. Es verhielt sich nämlich in den für Wiesenfuttererzeugung durch Trockenheit ganz ungünstigen Jahrgängen 1840 und 1841 der Heu- und Grummetertrag zu dem achtjährigen Durchschnittertrag:

a) auf der alljährlich gedüngten Parzelle wie 2 zu 3;
b) auf der alle zwei Jahre gedüngten Parzelle wie 1 zu 2;
c) auf der nie gedüngten Parzelle (wo auf der Fläche eines Hectare Landes der Jahresertrag in jenen beiden Jahren bis auf 960 Kil. sank) wie 1 zu 3.

Einen dritten wichtigen Vortheil, den man außer der Vermehrung des Ertrages und der größeren Sicherheit einer guten Ernte von der Düngung der Wiesen gewinnt, ist die dadurch bewirkte *Verbesserung des Heues*. Die schlechten Gräser, Moos und Binsen werden vertrieben durch das üppige Hervortreten süßer und nahrhafter Gräser, wie der Klee- und Wickenarten und auf diese Weise von den gedüngten Wiesen ein so intensiv kräftiges Futter gewonnen, wie es durch andere Mittel auf Feld oder Wiese zu erzeugen kaum möglich sein möchte. Wo, wie in England, Belgien und anderswo, die Wiesendüngung ziemlich allgemein angewendet wird, bezahlt man das mit Hülfe derselben gewonnene Heu gern um 1/3 höher als das von ungedüngten Wiesen, wenn auch die Bodenverhältnisse und sonstige äußere Umstände ganz dieselben sind.

In den obigen Versuchen hat die Behandlung der Wiesen mit Stallmist durch den erzielten Mehrertrag sich bezahlt gemacht, wenn man für Dünger und Heu einen mittleren Preis annimmt; in anderen Fällen, namentlich bei zu nassen und sumpfigen, wie auch bei zu trocknen Wiesen hat man von diesem Dünger wie überhaupt von den meisten anderen Düngmitteln keine besonders große Wirkung bemerken können. Es ist als allgemeine Regel anzusehen, daß überall und mehr noch auf der Wiese wie auf dem Acker, nur dann ein wirklich bedeutender Vortheil von der Düngung zu ziehen ist, wenn Bodenbeschaffenheit und Witterungsverhältnisse einen mittleren Grad der Feuchtigkeit bedingen, welcher am meisten die chemische Thätigkeit im Boden wie im Organismus der Pflanze selbst anregt und erhält. Es lassen sich daher auf die Grundlage von einzelnen wenigen Beobachtungen keine genauen Berechnungen basiren über den ökonomischen Werth oder die Verwerthung eines Düngers für diesen oder jenen Zweck, ganz abgesehen von den vielfach verschiedenen ackerbaulichen Verhältnissen, welche auf die Richtigkeit jener Berechnungen sehr störend einwirken können. Nur ganz im Allgemeinen kann man die Behauptung als richtig hinstellen, daß unter den in Deutschland meist vorhandenen landwirthschaftlichen Zuständen der in einer Wirthschaft erzeugte Stalldünger auf dem pfluggängigen Acker sich besser verwerthet als auf der Wiese, theils weil durchschnittlich bei uns der Ackerboden noch lange nicht durch Kultur und Dünger in den Zustand der relativ höchsten Fruchtbarkeit gebracht worden ist und deshalb auch gegen die Zufuhr von neuem Dünger stets sich dankbar beweist, theils weil bei uns im Allgemeinen den stark aussaugenden Halm- und Oelfrüchten der Vorrang eingeräumt ist vor den Blattfrüchten und Futterkräutern, so daß auf der einen Seite dem erschöpften Acker auch eine möglichst große Düngmasse nöthig ist, auf der anderen Seite aber unter den bestehenden Verhältnissen keine sehr beträchtliche Düngerquantität producirt wird und diejenige, welche vorhanden ist, durch die Früchte des Feldes besser bezahlt wird als durch das mehrerzeugte Gras der Wiesen. Es ist zu berücksichtigen, *daß eine niemals gedüngte Wiese nicht einem völlig erschöpften Felde parallel gesetzt werden darf, sondern hinsichtlich des Ertrages mit einem in halber Düngung und mittlerer Kraft stehenden Acker verglichen werden muß*; denn die Wiese erhält, vermöge der eigenthümlichen Beschaffenheit ihres Bodens und der auf ihr gedeihenden Pflanzen, ihr Produktionsvermögen zum großen Theil durch das auf sie niederfallende und überhaupt mit ihr in Berührung tretende Wasser. Das Feld begnügt sich keineswegs mit Wasser allein, wenn es auch dankbar dasselbe in gewissen Mengenverhältnissen und zu bestimmten Zeiten aufnimmt.

Die Wiese ist immer in gewissem Grade fruchtbar, sie sinkt in ihrer Ertragsfähigkeit bei der alleinigen Gegenwart einer hinreichenden Menge von Feuchtigkeit niemals so tief, als dies bei dem Acker der Fall ist, wenn demselben im Dünger nicht direkt Nahrungsstoffe zugeführt werden. Man kann recht wohl den bisherigen Erfahrungen zufolge annehmen, daß, wenn man eine Quantität Dünger auf eine gute, mäßig feuchte Wiese bringt, hier unter nur einigermaßen günstigen Witterungsverhältnissen ein eben so großer Mehrertrag an vegetabilischer Substanz erzielt wird, als wenn man eine gleiche Düngmasse auf einen nur in halber Düngkraft befindlichen Acker ausstreut, obgleich der Erfolg in dem ersteren Falle keineswegs ganz so gesichert sein möchte, als in dem letzteren. Nun ist aber meistens ein gleiches Gewicht an Halm-, Oel- und andern Handelsfrüchten (Stroh und Körner zusammengenommen) schon mehr werth als dasselbe Gewicht an Heu. Hierzu kommt aber noch der Umstand, daß der Dünger einen noch ungleich höheren Werth für den Acker hat, wenn man den letzteren, bei sonst guter Kultur, im ausgetragenen oder landwirthschaftlich erschöpften Zustande betrachtet; wenn nämlich auf 1 Hectare eines erschöpften, aber sonst guten Ackerlandes ohne neuen Dünger noch 2000 bis 3000 Kil. Getreidegarben wachsen, so kann man hier durch Zusatz von jährlich mehr als 13,000 Kil. Dünger (auf dreijährige Düngung also auf etwa 40,000 Kil. berechnet), welche in den oben mitgetheilten Düngungsversuchen auf Wiesen verwendet wurden, den Ertrag des Ackers recht wohl bis auf 6000 Kil. steigern, während eine gleiche Düngermenge auf einem in halber Kraft befindlichen Boden den Ertrag nur von etwa 4500 Kil. bis auf 6500 oder höchstens 7000 Kil. zu steigern im Stande sein wird, denn auch auf einem gut kultivirten Felde nimmt die Fruchtbarkeit im geraden Verhältniß mit der größeren Düngerzufuhr nur bis zu einem gewissen Punkte zu, darüber hinaus steigert sich die Ertragsfähigkeit, wenigstens bei alleiniger Anwendung des gewöhnlichen Stalldüngers, bedeutend langsamer. Wenn man nun schließlich bedenkt, daß in sehr vielen, ja vielleicht in allen Provinzen Deutschlands, mit nur wenigen Ausnahmen, der Ackerboden, wegen Mangel an Düngkraft, noch lange nicht die relativ höchste Stufe der Ertragsfähigkeit erreicht hat, so wird man die Behauptung für unsere Verhältnisse als vollkommen richtig anerkennen müssen, daß der Stalldünger mit größerem Vortheil auf dem Acker, als auf der Wiese zu verwenden sein möchte, eine Wahrheit, die um so einleuchtender sein wird, wenn man bedenkt, daß der Stalldünger keineswegs allein chemisch, durch seine direkte Ernährungsfähigkeit wirkt, sondern daß ein vielleicht eben so großer Theil seiner günstigen Wirkung der in Folge seiner Anwendung eintretenden Verbesserung des physikalischen oder mecha-

nischen Zustandes der Ackerkrume zugeschrieben werden muß, eine Art der Wirkung, welche aus leicht begreiflichen Ursachen nur auf dem pfluggängigen Felde, nicht aber auf der Wiese eine Bedeutung gewinnen kann.

Außer dem Stalldünger stehen dem Landwirthe der Gegenwart noch eine Menge anderer Substanzen zu Gebote, welche pflanzennährende Kraft besitzen und daher auf Wiesen wie auf dem Felde ihre günstige Wirkung nicht versagen. Die sogenannten künstlichen oder käuflichen Düngmittel haben in ihrer Bedeutung als Neben- oder Beidünger zur Erhöhung der Ertragsfähigkeit des Ackers zum Theile schon im Vorhergehenden eine ausführliche Erwähnung gefunden und ebenfalls ist schon beiläufig auf deren Wirkung für die Erhöhung und Verbesserung des Wiesenwuchses aufmerksam gemacht worden. Ich kann mich daher hier auf eine kurze Wiederholung und einige nachträgliche Bemerkungen beschränken. Allen unseren Erfahrungen zufolge muß man dem chemisch gebundenen Stickstoff die erste Stelle einräumen unter den düngenden Substanzen; Stoffe, welche entweder schon fertig gebildetes Ammoniak in aufnehmbarer Form enthalten oder doch solche Stickstoffverbindungen, welche durch den Prozeß der Fäulniß und Verwesung schnell zu der Bildung einer entsprechenden Menge Ammoniak Veranlassung geben, solche Körper bewirken immer die deutlichste und am meisten in die Augen fallende Vermehrung der vegetabilischen Substanz, so auf der Wiese wie auf dem Acker. Wenn das Ammoniak bereits in auflöslicher Form in der Düngsubstanz vorhanden ist, wie in den reinen Ammoniaksalzen, in der Jauche, im Guano und anderen Mischungen, so bleibt die Wirkung selbst unter den ungünstigsten Boden-, Witterungs- und klimatischen Verhältnissen niemals aus, wenn auch durch die letzteren der Erfolg bedeutend vermindert wird; ist der Stickstoff fester gebunden wie in dem Raps- und Leinkuchenmehl, besonders aber in dem Knochenmehl, so kann bei zu trockener Witterung die Wirkung gänzlich gleich Null sein, weil der Fäulniß- und Verwesungsprozeß sehr verlangsamt wird, wenn die hierzu nöthige Feuchtigkeit nicht vorhanden ist; es wird aber die Wirkung nur verzögert, nicht aufgehoben. Die oben erwähnten Versuche Kuhlmann's beweisen das so eben Gesagte zur Genüge; aus den Resultaten aber derselben Versuche ergiebt sich auch, daß die Wirkung der leicht auflöslichen stickstoffhaltigen Verbindungen, der Ammoniak- und der salpetersauren Salze nur eine einjährige ist, daß ein sehr beträchtlicher Theil der düngenden Substanz, nämlich fast Alles, was in dem ersten Jahre nicht vollständig von der Pflanze aufgenommen und verarbeitet werden kann, durch Verflüchtigung oder auf andere Weise für die Vegetation einer bestimmten Fläche Landes verloren geht und daß schon aus diesem Grunde die Anwendung jener Stoffe im Großen, in ihrem unvermischten

Zustande, nicht rathsam ist, ganz abgesehen von ihrem oft viel zu hohen Preise, welcher deren Anwendung ökonomisch unvortheilhaft macht. Der Guano und nach ihm das Rapskuchenmehl verhalten sich hinsichtlich der Sicherheit und Höhe ihrer Wirkung, im Verhältniß zu ihrem Stickstoffgehalte, bedeutend günstiger als die reinen Ammoniaksalze; besonders hinsichtlich des Guanos liegen schon viele Erfahrungen vor, welche beweisen, daß diese Düngsubstanz unter dem Einfluß einer geeigneten Bodenbeschaffenheit und zusagenden Witterung (namentlich in etwas höherer Lage oder wo die klimatischen Verhältnisse überhaupt der Verflüchtigung des Ammoniaks entgegenwirken) ziemlich vollständig in die Zusammensetzung der neu gebildeten vegetabilischen Substanz eingeht. Kuhlmann erhielt bei Anwendung von 300 Kil. Guano auf der Fläche eines Hectare einen Mehrertrag an Heu von 2470 Kil., eine Wirkung, die in Betracht des nur geringen Stickstoffgehaltes im angewendeten Guano (5 Prc.) sehr beträchtlich ist; ein auf dem akademischen Folgengute bei Tharand angestellter Versuch lieferte unter dem Einfluß von nur 75 Kil. Guano, welcher aber viel reicher an Stickstoff war, nämlich über 12 Prc. enthielt, einen Mehrertrag von beinahe 1500 Kil. Auch hat man die Erfahrung gemacht, daß der Guano als Wiesendünger ebenfalls im zweiten und dritten Jahre nach seiner Aufbringung noch eine merkliche, wenn auch bedeutend geringere Wirkung ausübt; ob aber diese Wirkung dem noch nicht völlig erschöpften Stickstoff- oder Ammoniakgehalte zugeschrieben werden muß oder vielleicht von der Gegenwart eines anderen Stoffes, nämlich der Phosphorsäure abhängig ist, ist eine Frage, welche bis jetzt nicht mit völliger Bestimmtheit beantwortet werden kann. Schließlich will ich noch bemerken, daß die Erfahrung keineswegs eine fortdauernde Düngung der Wiesen mit sehr stickstoffhaltigen und leicht auflöslichen Stoffen rathsam erscheinen läßt; es ist nämlich bekannt, daß durch eine oftmals wiederholte Düngung mit Jauche z. B. dem Gras und Heu der Wiesen eine voluminöse, wässerige und schwammige Beschaffenheit und dadurch eine bedeutend geringere Nährkraft ertheilt wird und daß man keineswegs glauben darf, durch Anwendung von sehr stickstoffhaltigen Substanzen auch stets einen größeren Futterwerth der unter ihrem treibenden Einfluß gewachsenenen Pflanzen zu bewirken. Das Letztere ist nur bis zu einem gewissen Punkte der Fall, nur dann, wenn die gleichzeitig vorhandenen und aufnehmbaren Mineralstoffe, namentlich die phosphorsauren Salze mit jenen Stickstoffverbindungen in einem passenden Verhältnisse im Boden zugegen sind.

Die auflöslichen Mineralstoffe zeigen fast überall auf den Wiesen eine günstige Wirkung; wohl jeder Landwirth sammelt die in der Wirthschaft vor-

handene Asche sorgfältig und bringt dieselbe, entweder für sich allein oder mit Erde gemengt, vorzugsweise auf seine Wiesen. Freilich ist die Wirkung der Asche je nach deren Zusammensetzung und je nachdem schon im Boden größere oder geringere Mengen jener Stoffe in aufnehmbarer Form vorhanden sind, eine sehr verschiedene, immer aber wird sie eine günstige und zuweilen sogar mehrere Jahre anhaltende sein. Kuhlmann fand, daß 1000 Kil. Tabaksasche im ersten Jahre einen Mehrertrag von 346 Kil. an Heu bewirkten, 4000 Kil. Steinkohlenasche 879 Kil., ferner 300 Kil. Soda 346 Kil. Heu und 200 Kil. Kochsalz sogar 1159 Kil. Heu und Grummet erzeugten. Die von mir ausgeführten Versuche über den Grad der Wirkung verschiedener Mineralsalze auf die Beförderung der Vegetation bestätigen gleichfalls die durch die Erfahrung längst festgestellte Thatsache, daß die Asche und deren einzelne Bestandtheile im höheren oder geringeren Grade das Wachsthum Pflanzen und namentlich der Gräser und der Kleearten zu unterstützen im Stande sind. Auch ist schon darauf aufmerksam gemacht worden, daß unter den Aschenbestandtheilen den leicht auflöslichen alkalischen Salzen eine weit höhere Bedeutung zuerkannt werden muß als den schwer- und unlöslichen, und überdies gewöhnlich in weit größerer Menge bereits im Boden angehäuften Verbindungen der Kalkerde und Magnesia. Endlich bemerke ich, daß ich der Phosphorsäure, sei sie in Verbindung mit den Alkalien oder mit den Erden, als Bestandtheil eines guten Wiesendüngers eine vorzugsweise hohe Bedeutung zuschreibe und zwar aus Gründen, welche ich theils theoretischen Betrachtungen, theils aber auch den Resultaten vielfacher Beobachtungen und direkt angestellter Versuche entnehme. Ehe ich auf den zuletzt angedeuteten Gegenstand eingehe, will ich vorher auf einige vor Kurzem mitgetheilte Versuchsresultate aufmerksam machen, welche auf's Neue beweisen, wie sehr die Wirkung verschiedener Düngmittel durch eigenthümliche Boden- und Witterungsverhältnisse bedingt ist.

Kindt auf Kuppritz (sächsische Oberlausitz) hat im J. 1850 Düngungsversuche angestellt auf einer sehr schlechten Wiese, die sehr trocken war, im natürlichen Zustande vorherrschend Bocksbart producirte, außerdem reichlich mit Moos und kurzem Haidekraut bedeckt und in trocknen Jahrgängen nicht des Abmähens werth war. Auf 12 einzelne Parzellen dieses Bodens (jede zu 30 Quadratruthen) wurden 12 verschiedene Düngmittel im Frühjahr ausgestreut, deren sehr von einander abweichende Wirkung aus den hier zusammengestellten Ernteergebnissen zu ersehen ist.

	Menge der Düngsubstanz auf 1 Hectare.	Erntegewicht an Heu auf 1 Hectare.
1. Düngesalz (woher?) . . .	23,4 Hectol.	3078 Kil.
2. Guano	270 Kil. in 432 Hectol. Wasser aufgelöst .	2826 „
3. Holzerde	234 Hectol.	2700 „
4. Holzasche	30,6 Hectol.	2780 „
5. Rapsmehl	1310 Kil.	2682 „
6. Jauche	81 Hectol.	2106 „
7. Gips	2250 Kil.	2070 „
8. Compost	401,4 Hectol.	1458 „
9. Hornspäne	36 Hectol.	1386 „
10. Kalk	26 Hectol.	1170 „
11. Aescher (Seifensiederasche) . .	60,5 Hectol.	936 „
12. Knochenmehl	648 Kil.	846 „

Die Witterung war im Mai und Juni dem Wachsthum des Grases ganz ungünstig, denn es war viel zu trocken und sehr kalt; auch die Monate Juli, August und September waren trocken, so daß die Unterschiede bei der Grummeternte sehr verwischt waren und daher von einer näheren quantitativen Prüfung bei der letzteren ganz abgesehen wurde. Es ist zu bedauern, daß von den ungedüngten Wiesenparzellen die Erträge nicht genau bestimmt und mitgetheilt worden sind und ferner, daß über die Beschaffenheit des Bodens keine genaueren Angaben vorliegen. Aus den Resultaten so vereinzelt dastehender Versuche, die noch dazu unter sehr ungünstigen Witterungsverhältnissen angestellt wurden, und in denen die Nachwirkung der angewendeten Düngmittel nicht beobachtet worden ist, wird es nicht statthaft sein, allgemeine Folgerungen zu ziehen hinsichtlich des Werthes und der Wirkung einer einzelnen Düngsubstanz. Man sieht in diesen Versuchen die günstige Wirkung der leicht auflöslichen Substanzen, namentlich des Guano, der Jauche und des Rapsmehles, aber auch der kalireichen Holzasche bestätigt, während die unlöslichen Stoffe bei vorherrschender Trockenheit nicht zur Wirkung gelangen konnten, wenn sie auch an pflanzenernährender Kraft sehr reich waren; die letztere wird aber im nächstfolgenden und vielleicht mehrere Jahre später unter günstigeren Witterungsverhältnissen zur Thätigkeit gelangen und so für die Vegetation überhaupt keineswegs verloren sein. Die letztere Bemerkung bezieht sich hauptsächlich auf das Knochenmehl und die Hornspäne, welche in dem genannten Jahre fast gar nicht gewirkt hatten, sonst aber und zwar gerade in derselben Gegend, bei Gegenwart von genügender Feuchtigkeit, als überaus kräftige Düngstoffe im Acker und auch auf der Wiese allgemein bekannt sind.

Die schon oft erwähnten von Kuhlmann ausgeführten Düngungs-

versuche geben deutliche Beweise für die günstige Wirkung der reinen phosphorsauren Salze; auf einer neu angelegten Wiese bewirkten im ersten Jahre der Anwendung, unter dem Einfluß einer allerdings günstigen, nämlich feuchten Witterung, 150 Kil. phosphorsaures Natron einen Mehrertrag an Heu und Grummet von 1633 Kil., 300 Kil. Knochenasche einen Mehrertrag an Heu allein um 1785 Kil. Daß in sehr trocknen Jahrgängen die Wirkung dieser, wie anderer Mineralstoffe, fast vollkommen ausbleibt, bedarf keiner weiteren Erklärung und beweist Nichts gegen das Vortheilhafte von deren Anwendung; wenn die Mineralverbindungen, wie z. B. der phosphorsaure Kalk (die Knochenasche), unlöslich oder schwerlöslich in Wasser sind, so wird die Winterfeuchtigkeit nur wenig in die tieferen Schichten des Bodens oder in den Untergrund versinken lassen, und die Wirkung unter günstigeren Verhältnissen im nächsten Jahre und vielleicht noch viele Jahre lang nicht ausbleiben; gehören jene Verbindungen aber zu den leicht auflöslichen, dann allerdings wird auch eine größere oder geringere Menge derselben mit der Feuchtigkeit in die Tiefe gehen und bei dem Wiedererwachen der Vegetation aus dem Bereiche der Pflanzenwurzeln herausgetreten sein, wenn nicht die Bodenbeschaffenheit dem Auswaschen jener werthvollen Stoffe hindernd entgegentritt. Ein sächsischer Landwirth hat seine Wiesen, welche im ungedüngten Zustande kaum einen einzigen mageren Schnitt lieferten, durch die Behandlung eines Gemenges von Erde und feingepulvertem Knochenmehl zu einer ausnehmend hohen Ertragsfähigkeit gebracht, welche noch jetzt nach 10 Jahren kaum sich vermindert hat, ungeachtet seit dieser Zeit keine neue Düngung stattfand. Auch auf Bewässerungswiesen hat die nachhaltige Wirkung des Knochenmehles sich bewährt. Nach einer so langen Zeit wird man wohl schwerlich dem Stickstoff der Knochen noch einen bedeutenden Grad der Wirkung zutrauen können. In Frankreich und Belgien hat man auf Neuland unter dem Einfluß der Knochenkohle, der sogenannten Zuckerkohle, die Vegetation weit üppiger sich entfalten sehen als nach der Anwendung von Stalldünger. Auch aus England wird über die lang anhaltende Wirkung des Knochenmehles berichtet; in Cornwall wurde im Jahre 1835 unfruchtbares Land umgebrochen, welches nichts wie Haide und Ginster producirte und zu Turnips theils mit Knochenmehl (600 Kil. auf 1 Hectare), theils nur mit der Asche gedüngt, welche man durch Aufbrechen und Brennen des Bodens erhielt; 1836 und 1837 wurden hinter einander zwei Halerernten genommen und dann der Boden zu Grasweide niedergelegt. „Noch jetzt," so heißt es in dem Berichte, „15 Jahre nachdem das Land zuerst aus der Oede aufgebrochen wurde, ist die Wirkung der Knochen noch sichtbar, indem eine deutliche Grenze zu ziehen ist zwischen einem reichen Graslande und einer armen mageren Weide. Dieses und ein

Dutzend anderer Beispiele ähnlicher Art, hat die Aufmerksamkeit vieler Landwirthe erregt und es sind deshalb von dem betreffenden Boden zwei Proben (eine von der mit Knochen gedüngten Fläche und eine andere von der nicht mit Knochen behandelten Fläche) dem Herrn Hunt zur Analyse übergeben worden, ohne daß dieser von dem Ereigniß selbst Kenntniß erhielt." Die Resultate dieser Analysen waren:

	Ohne Knochendüngung.	Mit Knochendüngung.
Wasser, ausgetrieben durch Trocknen im Ofen	14,06	14,18
Vegetabilische und animalische braune Materie	12,01	12,05
Kieselerde und Kieselsteinchen	49,54	49,50
Eisenoxyd	7,30	7,00
Kohlensaurer Kalk	1,05	1,06
Kohlensaure Magnesia	0,25	0,35
Schwefelsaurer Kalk	1,05	1,04
Chlorverbindungen	0,54	0,54
Thonerde	7,10	6,04
Phosphorsaurer Kalk	0,10	0,75
Phosphorsaure Magnesia	—	0,05
Kali	1,00	1,27
Humus, auflöslich in Alkalien	6,00	6,17

Nur der ungleich höhere Phosphorsäuregehalt in der mit Knochen behandelten Ackerkrume kann die beobachtete größere Fruchtbarkeit bewirkt haben.

Ueberall bei der Erörterung landwirthschaftlich wichtiger Fragen, überall bei der Anstellung von theoretischen, in das Gebiet des Ackerbaues einschlagenden Betrachtungen muß man alle modificirend einwirkenden Verhältnisse berücksichtigen; was an dem einen Orte rathsam und vortheilhaft ist, würde an dem andern oft thöricht und sogar schädlich sein; man kann stets nur bedingungsweise sprechen. Wenn aber Praxis und Theorie in vielen bereits vorliegenden Fällen in Uebereinstimmung sich befinden, so wird es auch gestattet sein, von dem jetzigen Standpunkte der Wissenschaft aus eine allgemeine Theorie aufzustellen, ohne jedoch die Fälle außer Acht zu lassen, wo diese Theorie ungültig ist, wo sie nicht stichhaltig sein kann. Ich habe im Vorhergehenden die Phosphorsäure als einen besonders wichtigen Bestandtheil einer guten Wiesendüngung hingestellt, ich will hier nun auch die Fälle näher bezeichnen, in welchen diese Substanz keinerlei Wirkung auszuüben vermag; diese Ausnahmen werden aber keineswegs die allgemeine Regel aufheben. Wo man in Folge der natürlichen geognostischen Beschaffenheit im Wiesenboden bereits die Gegenwart einer beträchtlichen Menge Phosphorsäure voraussetzen muß, da wird es natürlich ganz unnütz sein, neue Quantitäten hinzuzubringen, man würde keine Art von Wirkung beobachten können. An

einigen Orten Deutschlands tritt ein Glied der Kreideformation, der sogenannte Grünsand zu Tage; die dieses Gestein überdeckende Ackerkrume ist reich an natürlicher Fruchtbarkeit, deren Ursache vorzugsweise in dem verhältnißmäßig großen Gehalt jenes Gesteines an Phosphorsäure gesucht werden muß. Nach Paine und Way tritt in England, in dem Kirchspiel Farnham, ein schmales Band des oberen Grünsandes an die Oberfläche und durchsetzt die übrigen Felder. „Dieses Band besitzt eine ausnehmend große natürliche Fruchtbarkeit und braucht nur wenig gedüngt zu werden; auch hier hat man von der Knochendüngung nicht die geringste günstige Wirkung verspürt.“ In der Oolith- und Kreideformation kommen einige Mergelschichten vor, welche sehr phosphorsäurehaltig sind; es finden sich nämlich entweder für sich in mehr oder weniger mächtigen Lagern abgesondert oder mechanisch zertrümmert im fein zertheilten Zustande die ganze Masse durchdringend, sogenannte Coprolithen, versteinerte Excremente urweltlicher Thiere, in welchen nach Verwesung der organischen Substanz fast die ganze Menge der ursprünglich vorhandenen Phosphorsäure noch zurückgeblieben ist. Namentlich in einigen Gegenden Englands finden sich solche phosphorhaltige Mergel in etwas größerer Ausdehnung. Nach Way enthielt ein Kalkmergel in 100 Theilen $2^1/_2$ Theile phosphorsauren Kalk und die Coprolithen selbst, vom Mergel getrennt, 15 bis 50 Prc. phosphorsauren Kalk nebst einer beträchtlichen Menge Kali. „Wo dieser Kalkmergel die Oberfläche bildet, da ist der Boden berühmt wegen seiner Fruchtbarkeit; die reichlichen Ernten von Weizen, Bohnen und Klee, welche hier mit einer verhältnißmäßig geringen Quantität Dünger wachsen, bezeugen seine Ertragsfähigkeit. Die Anwendung von Knochen hat hier gewöhnlich keine deutliche Wirkung hervorgebracht; ganz allgemein dagegen hat man die Erfahrung gemacht, daß Düngmittel, die viel stickstoffhaltige Materien enthalten, ausgezeichneten Erfolg haben.“ Jeder Kalkstein und mehr noch jeder Mergel enthält mehr oder weniger deutliche Spuren von Phosphorsäure, die nicht selten bis zu quantitativ bestimmbaren Mengen sich erheben. Wenn dergleichen Mergel an der Zusammensetzung des Wiesenbodens Theil haben oder unmittelbar unter der Ackerkrume anstehen, so ist klar, daß stets eine hinreichende Menge Phosphorsäure im Boden vorhanden sein und den Pflanzen zur Aufnahme sich darbieten muß. Die phosphorsäurehaltigen Düngmittel werden stets da am meisten das Wachsthum der Pflanzen befördern, wo entweder noch niemals eine direkte Düngerzufuhr stattgefunden hat, oder wo die zur Anwendung gekommenen Düngmittel einen nur geringen Gehalt an Phosphorsäure gehabt haben. Wenn die Wiesen schon oft mit mürbem Stallmiste oder mit guter Holzasche behandelt worden sind und namentlich, wenn in regelmäßiger Folge alle 2 oder 3 Jahre eine solche Düngung statt-

gefunden hat, dann wird auch in der Regel schon soviel Phosphorsäure im Boden zugegen sein, daß eine neue Zufuhr dieser Substanz keine auffallende Wirkung zeigen kann, weil durch jene Mittel meistens mehr Phosphorsäure dem Boden zurückgegeben wird, als durch die Ernten ihm entzogen ist, und weil dieser Ueberschuß an Phosphorsäure wegen der Schwerlöslichkeit von deren Verbindung mit Kalkerde sich längere Zeit in den pflanzenernährenden Schichten des Wiesenbodens erhalten muß. Es ist aber hauptsächlich deshalb auf die Bedeutung der Phosphorsäure als ein Düngmittel für die Wiesen aufmerksam gemacht worden, weil in Deutschland nur sehr selten die Wiesen sich einer solchen Behandlung zu erfreuen haben, daß man in dem Boden derselben einen hinreichenden Gehalt an aufnehmbarer Phosphorsäure voraussetzen könnte; in den meisten Fällen findet niemals eine Düngung statt oder doch nur eine sehr spärliche oder mit solchen Stoffen, welche, wie die Jauche, wenig oder gar keine Phosphorsäure enthalten. Es wird daher auch, meiner Ueberzeugung und der bereits mehrfach vorliegenden Erfahrung zufolge, auf Wiesen eine Düngung mit gutem Composte, welchem man eine gewisse Quantität möglichst fein zertheilten Knochenmehles innig beigemischt hat, zweckmäßig sein und in den meisten Fällen sich reichlich bezahlt machen. Daß diese Compostdüngung um so wirksamer sich zeigen wird, wenn zu gleicher Zeit durch dieselbe auflösliche Stickstoffverbindungen in reichlicher Menge den Pflanzen dargeboten werden, und daß es sehr thöricht wäre, statt des frischen Knochenmehles die Knochenasche anzuwenden, wenn beiderlei Substanzen zu gleichen Preisen zu haben sind, bedarf wohl nach dem Gesagten keiner weiteren Erörterung.

Am Schluß dieses Kapitels will ich die so eben angestellten theoretischen Betrachtungen nochmals zusammenfassen und mit wenigen Worten

Die Thorie der Wiesendüngung

entwickeln, indem ich im Voraus bemerke, daß von der Wirkung des Wassers als Düngmittel für die Wiesen in dem nächstfolgenden Kapitel ausführlich die Rede sein wird.

Es ist einleuchtend, daß die Pflanzen überall nach denselben Naturgesetzen sich entwickeln und stets dieselben Nahrungsstoffe in sich aufnehmen und verarbeiten. Wir wissen aber, daß diese Nahrungsstoffe der Pflanzen außer dem Wasser theils luftförmige Körper sind, die aus den düngenden, in dem Boden enthaltenen Stoffen sich entwickeln oder an sich schon wesentliche Bestandtheile der Atmosphäre bilden, theils aber aus gewissen Mineralstoffen bestehen, welche, wie das Kochsalz, die Soda, Pottasche, das Bittersalz, der Gips ꝛc., in Wasser mehr oder weniger auflöslich sind. Wenn auf den

Acker, dem von Außen her reichlicher Dünger zugeführt wird, in jedem Jahre eine üppige Vegetation sich entwickelt, so hat diese Erscheinung in dem aufgebrachten Dünger ihren natürlichen Grund; wenn wir aber von niemals gedüngten Wiesen alle Jahre Heu und Grummet ernten, so muß jedenfalls eine andere Ursache vorhanden sein, aus welcher die nie ganz erschlaffende Fruchtbarkeit der Wiesen zu erklären sein wird. Diese Ursache kann nicht im Boden selbst zu suchen sein, denn wenn dieser auch eine noch so große natürliche Fruchtbarkeit besäße, so müßte dieselbe dennoch, da wir jährlich Ernten fortnehmen, ohne neuen Dünger oder neue Kraft hinzuzuführen, bald auf merkliche Weise sich vermindern und endlich, wenn auch erst im Verlaufe von vielen Jahren, gänzlich vernichtet werden. Wir müssen also jene Ursache nothwendig entweder in der Luft suchen, welche mit den Wiesenpflanzen in Berührung sich befindet, oder in dem Wasser, welches auf natürlichem oder künstlichem Wege die Wiesen zeitweise überschwemmt. Beide Mittel, Luft und Wasser, sind in der That die Düngstoffe, welche je nach den Umständen auf den Wiesen ohne Aufhören eine mehr oder weniger üppige Vegetation zu Wege bringen.

Das Wasser enthält nicht allein eine Menge der Mineralsalze aufgelöst, welche zum Gedeihen der Gewächse nothwendig sind, sondern die überhaupt größere und länger zurückgehaltene Feuchtigkeit des Wiesenbodens vermittelt auch die Aufnahme der in der Atmosphäre verbreiteten wichtigen pflanzenernährenden Stoffe. Wenn man die Wiesen betrachtet, welche, wie es in der Regel der Fall ist, mit Flußwasser überschwemmt werden, oder auch für gewöhnlich nur durch Schnee- und Regenwasser die erforderliche Feuchtigkeit erhalten, so bleibt die vermittelnde Eigenschaft des Wassers zwischen den nahrhaften Bestandtheilen der Atmosphäre und dem lebensthätigen Organismus der Pflanze zwar immer dieselbe, aber die im Wasser aufgelösten Stoffe bedingen je nach den wechselnden Quantitäten, in welchen sie auftreten, einen wesentlichen Unterschied in der Beförderung des Wiesenwuchses bei Anwendung dieses oder jenes Wassers. In dem Wasser der Quellen, Flüsse und Teiche, in welche sich nicht die Abflüsse von Düngergruben, Miststätten oder vom gedüngten Ackerlande in bedeutender Menge ergießen, sind in der Regel alle diejenigen Mineralstoffe in genügender Menge aufgelöst oder aufgeschwemmt enthalten, deren Gegenwart überhaupt zu einem freudigen Gedeihen der Pflanzen wesentlich ist, mit Ausnahme jedoch (in den meisten Fällen wenigstens) von einem Stoffe, welcher, wenn man sonst einen Unterschied in der Bedeutung der verschiedenen Pflanzennahrungsmittel machen will, vielleicht als der wichtigste der in dieser Hinsicht in Erwähnung kommenden Mineralkörper betrachtet werden kann; ich meine nämlich die Phosphorsäure, ein Körper, von welchem in dem Wasser gewöhnlich nur Spuren, oft nicht

einmal diese, nachgewiesen werden können. Die Phosphorsäure kommt in der Natur fast ausschließlich in Verbindung mit Kalkerde vor, diese Verbindung ist aber nur bei Gegenwart von freier Kohlensäure in Wasser auflöslich; sie scheidet sich sofort wieder aus, sobald die freie Kohlensäure aus dem Wasser an der Luft bis auf eine geringe Menge entweicht; schon weil das Flußwasser fast stets arm ist an freier Kohlensäure, kann es auch keinen nur einigermaßen beträchtlichen Gehalt an phosphorsaurem Kalke aufnehmen und daher diesen Stoff den Wiesen und den auf ihnen vegetirenden Pflanzen nicht zuführen. Aber auch in dem aufgeschwemmten Boden der Wiesen in dem natürlichen Zustande desselben ist der phosphorsaure Kalk meist nur in geringer und keineswegs immer in genügender Menge enthalten und dieses um so weniger, je leichter und sandiger der Boden ist. Eine Zufuhr dieses Körpers wird deshalb vorzugsweise wünschenswerth und oft allein schon im Stande sein, eine merkliche Vermehrung der Erträge auf den Wiesen zu bewirken; daß dieses wirklich der Fall ist, ergiebt sich aus den oben mitgetheilten bereits vorliegenden Erfahrungen.

Die Asche, namentlich die Holzasche, wirkt außer durch ihren Gehalt an Phosphorsäure durch die gleichfalls vorhandenen Alkalisalze, z. B. Kochsalz, Pottasche, Soda 2c. Diese Körper sind oft schon in bedeutender Menge in dem Erdboden vorhanden und in dem Wasser aufgelöst, welches die Wiesenpflanzen befeuchtet; aus diesen Quellen kann allerdings eine reichliche Menge dieser Nahrungsstoffe bezogen werden, — vielfache Erfahrungen beweisen aber, daß eine direkte Zufuhr die Vegetation fast überall, namentlich auf etwas trocknen, nicht bewässerungsfähigen Wiesen, bedeutend zu steigern im Stande ist und daß der höhere Gehalt des Bodens an diesen Substanzen fast unter allen Umständen auch eine größere Fruchtbarkeit bedingt.

Der Bestandtheil endlich, welchem man mit Recht die wichtigste Stelle einräumt bei der Beurtheilung der Wirkung und des Werthes eines Düngmittels, ist das Ammoniak. Eine Mischung, welche das Ammoniak in größter Menge enthält oder aus sich zu entwickeln vermag, ist hinsichtlich ihres Düngwerthes die beste, aber leider auch fast immer die kostspieligste. Auf dem Acker müssen wir zur Erhöhung der Fruchtbarkeit oder zur Erhaltung derselben möglichst ammoniak- oder stickstoffhaltige Düngmittel aufzubringen uns bestreben. Dieselben Stoffe äußern auch auf Wiesen die beste Wirkung, doch würde hier deren Anwendung, unter unseren Verhältnissen, sehr häufig ökonomisch unrichtig sein; so lange das unter dem Pfluge befindliche Feld nicht schon die relativ höchste Kraft und Fruchtbarkeit erreicht hat, verwerthen sich auf demselben jene Stoffe besser als auf den Wiesen. Glücklicherweise scheint die Zufuhr von Ammoniak oder chemisch gebundenem Stickstoff der

Wiese nicht so durchaus unentbehrlich zu sein, als dies bei der Kultur des Ackerbodens der Fall ist; die Wiesen, namentlich die Rieselwiesen, erzeugen oft viele Jahre lang eine große Menge guten Futters, ohne daß ihnen direkt Stickstoff zugeführt würde. In Folge der größeren Feuchtigkeit im Wiesenboden wird das in der Atmosphäre, vorzugsweise bei warmer Witterung, verbreitete Ammoniak leichter absorbirt, die nächtlichen Thauniederschläge sind bedeutender als auf dem Acker und damit auch die Menge des dem Boden aus der Luft zugeführten Ammoniaks, welches, wenn es einmal durch Regen und Thau in Wasser aufgelöst in den Boden eingedrungen ist, hier wegen der Dichtigkeit des Rasenfilzes und wegen der stark humosen Beschaffenheit der die feinen Wurzeln der Gräser umgebenden Erde mit verhältnißmäßig großer Kraft zurückgehalten wird und der sich entwickelnden Pflanze immer leicht zugänglich ist, — während das auf demselben Wege von der Ackerkrume aufgenommene Ammoniak bei größerer Offenheit und Auflockerung, bei dem leichteren Zutritt der Luft und dem schnelleren Wechsel derselben, auch weit leichter mit der Feuchtigkeit wiederum verdunstet und der Atmosphäre in Luftform zurückgegeben wird.

Die Wirkung eines Düngmittels ist keineswegs allein von seiner procentischen Zusammensetzung abhängig, es kommt außerdem noch der Zustand, in welchem die einzelnen Bestandtheile sich befinden, in Betracht; je feiner diese zertheilt, je inniger sie mit einander vermischt sind, je gleichmäßiger sie über die Pflanzen oder den Erdboden ausgestreut werden können, um so schneller und kräftiger wird auch die Wirkung des Gemenges sein, um so vollständiger auch die wirklich aufnehmbaren und ernährenden Substanzen in die Pflanzen übergehen. Den Zustand möglichst feiner Zertheilung und inniger Mischung halte ich bei einem Wiesendünger noch für weit wichtiger und wesentlicher, als bei einem zur Düngung des Ackers bestimmten Mittel, weil bekanntlich auf der Wiese nicht der Nebenzweck einer Auflockerung und direkten Erwärmung des Bodens verfolgt wird und namentlich weil es sehr vortheilhaft ist, wenn die wirksamen Bestandtheile des Düngers schnell sich auflösen und in das Innere des Bodens bis an die Wurzeln der Pflanzen eindringen, um den zerstörenden und hier nachtheilig wirkenden Einflüssen der Atmosphäre entzogen zu werden; auf den Wiesen kann man nur eine Ueberdüngung vornehmen, nicht aber, wie auf dem Acker, durch die mechanischen Mittel des Pfluges und der Egge eine schnelle und innige Mischung mit den Bestandtheilen des Bodens bewirken. Befindet ein Wiesendünger mit den hier angedeuteten Grundsätzen sich nicht in Uebereinstimmung, dann wird man auch keine große Wirkung von demselben erwarten können und wenn man z. B. die Knochen gröblich zerstoßen über die Wiese ausstreuen wollte,

so würde man diese sich so langsam und schwierig auflösende Substanz an eine nur geringe Thätigkeit entwickeln sehen, und hierdurch vielleicht zu dem falschen Schlusse gelangen, daß deren Werth als kräftiges Mittel zur Beförderung des Wiesenwuchses nur gering sei und mit den Kosten der Herbeischaffung nicht in einem passenden Verhältniß stehe. Es ist durchaus erforderlich, daß man das möglichst fein gestoßene Knochenmehl vor der Anwendung durch Behandlung mit Schwefelsäure oder durch sorgfältige und innige Vermischung mit Erde und leicht in Fäulniß übergehenden und Fäulniß erregenden Stoffen, namentlich durch fleißiges Begießen mit Jauche in einen Zustand der Zertheilung und Auflösung überführt, welcher für die schnelle und kräftige Wirkung des Wiesendüngers eine genügende Garantie darbietet. Meiner Ueberzeugung zufolge hat man auf die Gegenwart der Phosphorsäure in einer den Pflanzen zugänglichen Form, als wichtigen Bestandtheil eines guten Wiesendüngers, gar sehr zu achten.

17. Das Wasser als Düngmittel der Wiesen. Theorie der Bewässerung.

Das Wasser ist bekanntlich ein Körper, dessen Gegenwart in geeigneter Menge dem Acker, wie der Wiese gleich unentbehrlich ist. Ohne die Gegenwart von hinreichender Feuchtigkeit kann keine Pflanze sich entwickeln, ist alle Bodenkraft und aller Dünger unnütz. Das Wasser ist aber in größerer Menge erforderlich, um auf Wiesen ein üppiges Wachsthum zu erzeugen, als dies auf dem Acker der Fall ist. Die ersteren sind nicht sehr ergiebig, wenn ihnen nur das direkt auf sie niederfallende Wasser zu Gute kommt, während das Feld in der Regel sich hiermit begnügt, um mit Hülfe desselben die höchste Stufe der Ertragsfähigkeit zu erreichen. Der Landwirth zieht einen bedeutenden Vortheil nur von den natürlichen Wiesen, welche außer dem erwähnten Wasser noch aus anderen Quellen eine größere Menge von Feuchtigkeit erhalten. Mittelst des Wassers ist es häufig gelungen, ganz unfruchtbare Boden, öde, steinigte, kiesige und sandige Flächen in üppige Grasfluren zu verwandeln.

Wenn man allein in Folge der Bewässerung die Fruchtbarkeit der Wiesen in so hohem Grade, wie die Erfahrung es beweist, sich steigern sieht, so wird man auch das Wasser als ein vorzügliches Düngmittel bezeichnen müssen. Die Ursache der günstigen Wirkung des Wassers auf die Erträge der Wiesen kann, wie bei allen Düngmitteln, nur eine zwiefache sein: der Erfolg kann theils in der Gegenwart von wesentlichen oder zufälligen Bestandtheilen im Wasser begründet, theils auch durch seine chemischen oder physikalischen Eigenschaften bedingt sein, durch welche es auf andere Stoffe einwirkt, mit denen es in Berührung kommt; mit einem Worte, das

Wasser hat für die Wiesenpflanzen entweder eine direkt ernährende oder eine die Ernährung vermittelnde Kraft, oder beiderlei Ursachen bedingen gleichzeitig das durch die Erfahrung festgestellte günstige Resultat. Wir wollen jetzt untersuchen, welche Bedeutung man in dem vorliegenden Falle einer jeden der angedeuteten Thätigkeit des Wassers zuschreiben muß.

Die wesentlichen Bestandtheile des Wassers sind der Wasserstoff und der Sauerstoff, die immer in demselben quantitativen Verhältnisse das Wasser zusammensetzen; das letztere enthält im chemisch reinen Zustande stets an Sauerstoff 88,89 und an Wasserstoff 11,11 Prc. Wie diese beiden wesentlichen Bestandtheile des Wassers zur direkten Ernährung der Pflanzen überhaupt, also auch der Wiesenpflanzen beitragen, habe ich in einem früheren Abschnitte dieser Ausarbeitung ausführlich erörtert. Die zur direkten Ernährung, d. h. zur Erzeugung der vegetabilisch-organischen Substanz verwendete Wassermenge ist eine so geringe, daß sie gegen die Quantität verschwindet, welche den Wiesen, der Erfahrung gemäß, zugänglich sein muß, um einen hohen Ertrag zu bewirken. Ebenso wenig kann eine andere direkte Verwendung des Wassers während des Wachsthums der Pflanzen für den in Rede stehenden Gegenstand große Bedeutung haben, nämlich der Uebergang des Wassers in die Pflanze, um als sogenanntes Vegetationswasser zum gleichmäßigen und schnellen Verlaufe der im lebensthätigen Organismus stattfindenden Prozesse beizutragen und denselben zu ermöglichen; denn hierzu ist das Wasser in gleichem Grade für die Früchte des Feldes thätig, wie für die Pflanzen der Wiese und die letzteren verhalten sich keineswegs dadurch von den ersteren verschieden, daß sie zu ihrem Wachsthum eine größere Quantität Wasser bedürften, eine größere Menge von Vegetationswasser in sich aufnähmen.

Es muß vielmehr eine andere Ursache vorhanden sein, welche die Wirkung des Wassers auf den Wiesen erklärt, obgleich keineswegs geläugnet werden soll, daß namentlich auf den Bewässerungswiesen, wo man die Zufuhr des Wassers vollkommen in seiner Gewalt hat und, je nachdem es nöthig ist, bewerkstelligen kann, — auch die angedeutete direkte Aufnahme des Wassers von günstigem Einfluß ist, indem die Vegetation niemals wegen Mangel an Feuchtigkeit gestört wird, sondern die Pflanze stets soviel dem Boden wiederum entziehen kann, als aus den Blättern in jedem Augenblicke in die Atmosphäre entweicht. Wenn ein Gleiches auf dem Acker möglich wäre, so würde auch hier die Ertragsfähigkeit gesteigert oder wenigstens der Nachtheil der trockenen Witterung in einzelnen Jahren vollständig gehoben werden. Indessen ist das von der Pflanze aufgenommene Vegetationswasser nur Eine Bedingung für das Wachsthum derselben; es bestehen aber deren viele, und wenn wir durch

Wasser allein die Fruchtbarkeit der Wiese sich erhöhen sehen, so müssen durch dasselbe auch sämmtliche unentbehrlichen Nahrungsstoffe der Pflanze zugeführt werden können. Wir werden also zunächst zu untersuchen haben, ob in dem Wasser selbst Stoffe aufgelöst oder aufgeschwemmt, also überhaupt vorhanden sind, Stoffe, die in irgend einer Hinsicht pflanzenernährende Kraft besitzen.

Das Wasser enthält stets, außer den wesentlichen Bestandtheilen des Wasserstoffes und Sauerstoffes, noch verschiedene *zufällige Substanzen* aufgelöst, welche in sehr wechselnden Quantitäten in demselben vorkommen. Es sind diese Substanzen theils fester mineralischer Art, theils sind sie verbrennbar, flüchtig oder im freien Zustande gasförmig. Die *mineralischen* in dem Wasser aufgelösten Körper sind ihrer Qualität nach fast ohne Ausnahme immer dieselben, es sind die auflöslichen *Verbindungen der Alkalien und der Erden*, zuweilen mit etwas *Eisen* oder *Mangan* vermischt, aber quantitativ zeigen sie sehr große Abweichungen; und zwar ist das Letztere nicht allein bei den verschiedenen Arten und bei dem verschiedenen Vorkommen des Wassers der Fall, ob solches nämlich Regen-, Fluß-, Teich-, Quell- oder Feldwasser ist, ob dasselbe ein kalireiches, kalkiges, sandiges, thoniges, humoses Terrain durchschneidet, sondern auch die Jahreszeiten und Witterungsverhältnisse haben, je nach den Umständen, größeren oder geringeren Einfluß auf die Mengen der in dem Wasser aufgelösten Mineralsubstanzen.

Das *Regen-* oder *Schneewasser*, überhaupt das aus der Atmosphäre niederfallende Wasser, steht dem völlig reinen oder destillirten Wasser am nächsten, es enthält die geringste Menge von festen Mineralsalzen aufgelöst, ist aber niemals gänzlich frei davon. Das *Fluß-* und *Teichwasser* enthält schon ungleich größere Mengen von Mineralstoffen aufgelöst, als das Regenwasser, steht aber in der Regel hierin dem Quellwasser sehr nach, indem die ersteren durch längere Berührung mit der atmosphärischen Luft einen Theil ihrer erdigen Substanzen absetzen und dadurch auch die ihnen in der Regel zukommende Beschaffenheit der sogenannten Weichheit erlangen, während das *Quellwasser*, besonders durch seinen größeren Gehalt an kohlensaurer Kalkerde, härter, frischer und wohlschmeckender ist, als das Flußwasser. Das Quellwasser wird nur zuweilen in der Menge seines feuerfesten Rückstandes noch von dem *Feld-* und *Hofwasser* übertroffen. Das Quellwasser ferner ist hinsichtlich seiner Zusammensetzung von allen Wassern das beständigste, indem es stets aus derselben Tiefe, an derselben Stelle und aus denselben Erdschichten und Gesteinen hervorquillt; wogegen besonders das Flußwasser nach den Jahreszeiten und den verschiedenen Witterungserscheinungen in seiner Zusammensetzung sehr variirt. Wegen dieser Abweichungen kann es für die Theorie der Wiesenbewässerung kaum von großem Interesse sein,

die mineralischen Bestandtheile irgend eines Wassers mit großer Genauigkeit zu bestimmen; man wird immer dadurch nur ein deutliches Bild von der Zusammensetzung dieses Wassers zu einer bestimmten Zeit und unter gewissen äußeren Verhältnissen sich verschaffen können. Ebensowenig kann man über die Bestandtheile der einzelnen Arten des Wassers irgend etwas allgemein Gültiges aufstellen, denn man kann sich recht wohl den Fall als möglich oder als wirklich vorhanden denken, daß ein Quellwasser genau dieselbe Zusammensetzung hat, wie ein Fluß- und Teichwasser, oder umgekehrt. Ich will im Folgenden einige analytische Data über die mineralischen Bestandtheile des Wassers mittheilen, nicht weil ich aus denselben wesentliche Anhaltepunkte für die Beurtheilung des zur Ueberrieselung von Wiesen geeigneten oder nicht passenden Wassers zu gewinnen hoffe, sondern vielmehr zur Bestätigung der so eben ausgesprochenen Ansichten und Behauptungen.

	1.	2.	3.	4.	5.		6.	
					a.	b.	a.	b.
Kohlensaure Kalkerde . .	11,3	10,5	17,5	4,3	10,0	15,0	5,2	8,3
" Magnesia . .	0,4	0,9	2,0	—	—	—	0,4	1,2
Kieselerde	0,5	0,6	2,0	1,9	Spur	—	0,1	0,2
Schwefelsaurer Kalk . . .	3,6	3,1	15,3	Spur	0,6	2,0	3,2	6,5
Schwefelsaure Magnesia .	0,6	1,2	7,0	—	Spur	0,7	2,9	6,2
Chlorcalcium	1,0	—	—	1,5	Spur			
Chlormagnesium	0,8	1,7	4,0	—	Spur	0,7	0,7	1,5
Chlornatrium	—	—	Spur	Spur	Spur			
Salpetersaure Salze . . .	Spur	—	—	—	—	Spur	—	—
Organische Stoffe . . .	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur	0,3	0,4
	18,2	18,0	47,8	7,7	10,6	18,4	12,8	24,3

	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
Kohlensaure Kalkerde . .	1,7	23,8	23,4	27,0	6,80	1,81		7,2
" Magnesia . .	—	—	—	—	1,24	0,07		0,7
Kieselerde	—	Spur	Spur	—	0,57	—	0,9	0,1
Schwefelsaurer Kalk . . .	—	1,4	1,7	25,2	—	3,13		2,6
Schwefelsaure Magnesia .	—	—	—	—	—	6,87		3,1
Chlorcalcium	5,1	—	1,3	16,8	—	—	3,2	0,9
Chlormagnesium . . .		—	Spur	1,6	—	0,73		
Chlornatrium	Spur	1,2	0,2	12,6	—	0,35	8,4	—
Doppeltkohlensaures Kali .	—	—	—	—	2,96	—	—	—
Schwefelsaures Kali . . .	—	—	—	—	1,20	—	—	—
Chorkalium	—	—	—	—	1,09	—	—	—
Organische Stoffe . . .	—	Spur	Spur	Spur	0,26	—	—	0,6
Salpetersaure Salze . . .	—	Spur	—	7,6	—	—	Spur	—
	6,8	26,4	26,6	90,8	14,30	12,96	12,5	15,2

Diese Analysen beziehen sich sämmtlich auf 100,000 Theile Wasser, so daß in dieser Quantität bei Nr. 1 z. B. 18,2 Th. fester Mineralsubstanz ent-

halten sind, bei Nr. 2 18,0 rc. Nr. 1 bis 7 beziehen sich sämmtlich auf verschiedene Arten von Flußwasser und zwar habe ich hier die Analysen des Wassers französischer Flüsse von verschiedenen Chemikern (nach Boussingault) anführen müssen, weil über das Wasser deutscher Flüsse dergleichen Untersuchungen mir nicht bekannt sind. Nr. 1 betrifft das Wasser aus der Seine oberhalb Paris; Nr. 2 bis 4 aus den Nebenflüssen der Seine, nämlich der Marne, Ourcq zu St. Denis und der Yonne zu Avallon; Nr. 5 aus der Rhone bei Lyon und zwar a im Juli und b im Februar untersucht; Nr. 6 aus der Arve, einem Nebenfluß der Rhone, bei Genf, a im August und b im Februar; Nr. 7 aus der Loire bei Orleans; Nr. 8 bis 13 giebt die Zusammensetzung von Quell- und Brunnenwasser, und zwar Nr. 8 aus der Quelle Roye zu Lyon, Nr. 9 aus der Quelle der Fontaine zu Lyon, Nr. 10 aus der der Quelle des Pflanzengartens von Lyon, Nr. 11 aus dem artesischen Brunnen zu Grenelle, Nr. 12 aus dem artesischen Brunnen des Posthauses zu Alfort, Nr. 13 aus einem Brunnen in Greifswalde; Nr. 14 zeigt die mineralischen Bestandtheile aus dem Wasser des Genfer Sees.

Man bemerkt, daß im Allgemeinen das Wasser der Flüsse weniger feste Stoffe enthält, als das der Quellen, daß ferner das Flußwasser im Sommer weit weniger reich an mineralischen Bestandtheilen ist als im Frühjahr, und daß dieser Unterschied bis zum Doppelten des Gehaltes und darüber sich erheben kann; gleichfalls sieht man, daß mit dem Wechsel der Jahreszeiten nicht allein die absolute Menge der Mineralsubstanzen sich verändert, sondern auch die gegenseitigen procentischen Verhältnisse der einzelnen Bestandtheile. In fast allen oben genannten Wassern der Flüsse sowohl als der Quellen und des Genfer Sees ist der kohlensaure Kalk der bei weitem vorherrschende Theil, wenn auch in dem Quellwasser dieser Körper in noch reichlicherer Menge auftritt als in dem Flußwasser, von welcher Regel jedoch auch Ausnahmen stattfinden in den sogenannten weichen Quellwassern, welche sich durch einen geringen Gehalt an kohlensaurem Kalke, dagegen durch eine große Menge von Chlorverbindungen auszeichnen, z. B. das Greifswalder Brunnenwasser (Nr. 13); auf gleiche Weise ist auch in dem Wasser der Loire (Nr. 7), in welchem überhaupt nur auffallend wenig Mineralsubstanz enthalten ist, das Verhältniß zwischen dem kohlensauren Kalke und den Chlorverbindungen entschieden zu Gunsten der letzteren.

Die Verschiedenheit in den Bestandtheilen der genannten Wasserarten erklärt sich leicht aus der geognostischen Beschaffenheit der Gegenden, welche das Wasser durchströmt, und der Gesteine, welchen es entquillt. So ist es ganz natürlich, daß das Seinewasser eine bedeutende Menge von Kalk und Gips enthält, da die Seine mit fast allen ihren Nebenflüssen in dem kalkigen

Terrain des östlichen und des inneren Frankreichs entspringt und auf ihrem Laufe fast nur sehr kalkreiche Gesteine und Erdschichten berührt; die große Menge von Gips erklärt sich ebenfalls durch das häufige Auftreten dieses Minerals in der Umgegend von Paris in den zu Tage ausgehenden Gesteinen sowohl als in den tiefer liegenden Erdschichten. Aus derselben Ursache ist die Zusammensetzung des in und um Paris vorkommenden Quell- und Brunnenwassers eine derjenigen des Seinewassers ganz ähnliche; Kalk und Gips sind die vorherrschenden Bestandtheile. Auch Lyon liegt im Kalksteinterrain und seine Brunnen sind ebenfalls reich an Kalk; auffallend ist die große Menge der in der Quelle des Pflanzengartens von Lyon vorkommenden Mineralsubstanzen, woran offenbar eine Art Auslaugungsproceß von humosen Erdschichten Antheil hat, wie es auch die Gegenwart einer verhältnißmäßig sehr bedeutenden Quantität von salpetersauren Salzen anzudeuten scheint. Die Loire dagegen entspringt, nebst den wichtigeren ihrer Nebenflüsse, in den granitischen Gebirgen der Auvergne, der Forez und der Cevennen, während die Rhone und die Arve wiederum auf ihrem Laufe fast nur Kalksteinterrains durchschneiden. So kann man aus der geognostischen Beschaffenheit eines Landes im Ganzen schon ziemlich sichere Schlüsse ziehen hinsichtlich der auflöslichen Mineralstoffe, welche das Wasser der Flüsse mit sich führen wird, die jenes Land durchströmen, während man auch umgekehrt durch eine chemische Untersuchung des betreffenden Wassers im Allgemeinen den Charakter der Gesteine wird bestimmen können, mit welchen es in Berührung getreten ist.

Neuere Untersuchungen von Wasserarten sind von Gunning ausgeführt worden; sie beziehen sich auf das Wasser einiger niederländischer Flüsse und Brunnen. In 10,000 Theilen waren enthalten:

Bestandtheile.	Flußwasser von			Brunnenwasser von					
	Rhein b. Arnheim.	Maaß b. Grewe.	Vliessingen.	Leiden.	Herzogenbusch.	Amerongen.	Middelburg.	Haag.	Zwolle.
Kieselsäure	0,19	0,22	2,10	2,32	0,22	0,27	1,84	0,46	0,89
Eisenoxyd und Thonerde	0,14	0,05	0,86	1,03	0,73	—	0,89	0,31	2,34
Kohlensaurer Kalk . .	8,75	7,20	39,86	31,88	42,44	2,44	31,11	23,47	43,40
Kohlensaure Magnesia .	0,29	0,05	3,14	0,56	3,89	0,18	2,12	0,38	1,84
Chlornatrium . . .	1,83	2,35	62,45	21,74	41,50	6,36	13,26	20,80	34,22
Gips	1,99	0,61	24,95	8,32	2,49	1,40	1,22	9,30	10,57
Schwefelsaure Magnesia	0,64	0,72	—	13,84	5,99	—	1,42	—	4,20
Schwefelsaures Kali .	—	—	—	7,25	—	—	—	—	—
" Natron .	—	—	—	5,67	11,26	—	3,63	—	—
Kieselsaures Kali . .	0,80	0,90	1,02	1,66	1,96	1,70	2,56	3,12	0,90
Kohlensaures Kali . .	0,29	Spur	8,95	Spur	Spur	—	6,90	2,20	4,32
Salpetersaure Magnesia	Spur	—	18,90	—	—	—	—	0,90	5,90
Salpetersaures Kali .	—	Spur	5,48	Spur	—	—	0,70	—	15,87
Magnesia mit organischen Säuren verbunden	0,65	—	—	—	—	—	—	1,46	—
Natron mit organischen Säuren verbunden	0,36	—	0,95	—	2,55	—	1,35	2,90	1,62
Kali mit organischen Säuren verbunden	—	0,59	4,80	5,04	17,07	—	3,17	2,25	—
	15,93	12,72	173,46	99,31	130.10,	12,35	70,17	67,55	126,07

In den Brunnenwassern wurden überall noch Spuren von Phosphorsäure nachgewiesen. Man sieht, daß die untersuchten Wasserarten sämmtlich verhältnißmäßig sehr reich an kohlensaurem Kalke, Chlornatrium und Gips sind, daß ferner die Brunnenwasser oft sehr beträchtliche Mengen salpetersaurer Salze enthalten und mit Ausnahme desjenigen von Amerongen, viel reicher an festen mineralischen Substanzen sind als die Flußwasser. Während das Regenwasser gewöhnlich nicht mehr als $^1/_{500}$ Prc. feste Stoffe enthält, findet man im Flußwasser ungefähr $^1/_{50}$ Prc. und im Wasser der gegrabenen Brunnen in den Niederlanden (Trinkwasser) steigt diese Menge bisweilen auf $^1/_{10}$ bis $^1/_5$ Prc.

Die sehr sorgfältigen Untersuchungen Deville's über die Zusammensetzung verschiedener Fluß- und Trinkwasser verdienen hier gleichfalls Erwähnung. 100,000 Gewichtstheile Wasser enthielten:

a. Flußwasser.

	Garonne. (Toulouse).	Seine. (Bercy).	Rhein. (Straßburg).	Loire. (Orleans).	Rhone. (Genf).	Doubs. (Besançon)
Kieselerde	4,01	2,44	4,88	4,06	2,38	1,59
Thonerde	—	0,05	0,25	0,71	0,39	0,21
Eisenoxyd	0,31	0,25	0,58	0,55	—	0,30
Kohlensaurer Kalk	6,45	16,55	13,56	4,81	7,89	19,10
Kohlensaure Magnesia	0,34	0,27	0,50	0,61	0,49	0,23
Schwefelsaurer Kalk	—	2,69	1,47	—	4,66	—
Schwefelsaure Magnesia	—	—	—	—	0,63	—
Chlormagnesium	—	—	—	—	—	0,05
Chlornatrium	0,32	1,23	0,20	0,48	0,17	0,23
Kohlensaures Natron	0,65	—	—	1,46	—	—
Schwefelsaures Natron	0,53	—	1,35	0,34	0,74	0,51
Schwefelsaures Kali	0,76	0,50	—	—	—	—
Salpetersaures Kali	—	—	0,38	—	0,40	0,41
Salpetersaures Natron	—	0,94	—	—	0,45	0,39
Salpetersaure Magnesia	—	0,52	—	—	—	—
Kieselsaures Kali	—	—	—	0,44	—	—
	13,67	25,44	23,17	13,46	18,20	13,02
Atmosphärische Luft in Volumprocenten	2,36	1,71	2,32	2,03	2,68	2,78
Kohlensäure in Volumprocenten	1,70	1,60	0,77	0,18	0,80	1,77

b. Quellwasser.

	Moullière.	Billecul.	Arcier.	Bregille.	Suzon.	Arcueil.	Brunnen in Besançon.
Kieselerde	2,50	2,46	3,90	3,48	1,52	3,06	5,51
Thonerde	0,43	0,43	0,90	0,65	0,10	0,53	0,39
Kohlensaures Natron	—	—	0,69	—	0,21	—	—
Kohlensaurer Kalk	25,73	25,61	21,39	20,79	23,00	19,90	23,31
Kohlensaure Bittererde	—	0,46	0,78	0,43	0,38	0,82	0,76
Chlornatrium	—	—	0,20	—	0,32	3,76	—
Chlorkalium	0,07	0,71	—	0,11	—	—	1,99
Chlormagnesium	0,20	0,40	—	0,27	—	1,66	6,15
Schwefelsaures Natron	—	—	0,45	—	0,27	0,54	—
Schwefelsaures Kali	—	—	—	—	—	2,01	—
Schwefelsaurer Kalk	0,51	1,00	—	0,74	—	16,38	26,60
Salpetersaures Natron	1,18	1,56	—	0,48	—	—	12,29
Salpetersaures Kali	0,23	0,44	Spuren	0,23	0,27	—	5,35
Salpetersaurer Kalk	—	—	—	0,81	—	—	3,81
Salpetersaure Magnesia	—	—	—	—	—	5,70	—
	30,85	33,07	28,31	27,99	26,07	54,36	86,16
Atmosph. Luft } in Volum-	2,19	1,43	2,10	2,16	2,40	1,78	2,44
Kohlensäure } procenten.	3,89	2,75	2,10	2,24	2,39	2,55	3,52

Deville fand in allen von ihm untersuchten Wassern Kieselerde und oft in beträchtlicher Menge; diese aufgelöste Kieselerde befindet sich in dem günstigsten Zustande, um von dem Pflanzen-Organismus aufgenommen zu werden. Den Gehalt an Eisenoxyd und Thonerde schreibt Deville der Auflöslichkeit dieser Körper in Kohlensäure zu; die Auflöslichkeit der Thonerde würde es wahrscheinlich machen, daß die geringen Mengen, die man häufig in den Pflanzenaschen findet, nicht immer von zufälligen äußerlichen Verunreinigungen der eingeäscherten Pflanze herrühren. Das Wasser der Garonne zeigte Spuren von phosphorsaurer Kalkerde und Magnesia; in allen Wassern, mit Ausnahme eines einzigen, fand Deville auch Salpetersäure; auch Boussingault hat salpetersaure Salze in dem Trinkwasser der Quellen oder Brunnen zu Roye bei Lyon nachgewiesen, wie sie auch Dupasquier einige Jahre später in dem Rhonewasser aufgefunden hat. Außerdem hat Deville noch eine braune, pulverförmige und stinkende stickstoffhaltige Substanz abgeschieden, deren wässerige Lösung eine tiefgelbe Farbe besitzt; sie findet sich in dem Wasser der Flüsse bis zu 1 Zehnmillionentheil.

Es ergiebt sich aus den vorstehenden Analysen und Betrachtungen, daß das zur Bewässerung der Wiesen zu verwendende Wasser sehr verschiedene Mengen von Mineralstoffen aufgelöst enthalten und daß man nach den vorherrschenden Bestandtheilen unmöglich die Eintheilung des Wassers in Fluß-,

Quell-, Feld-, Moor- und Sammelwasser rechtfertigen kann, da z. B. Quell- und Flußwasser je nach den Umständen eine ganz gleiche, aber auch eine sehr verschiedene Zusammensetzung haben können. Für den vorliegenden Zweck genügt es vollkommen, wenn man drei Arten von Wasser unterscheidet, nämlich 1. hartes oder kalkhaltiges, 2. weiches oder kalkarmes, dagegen alkalireiches, und endlich 3. eisenhaltiges Wasser. Diese drei Wasserarten lassen sich meistens schon durch äußere Eigenschaften von einander unterscheiden; das harte und weiche Wasser, namentlich wenn von Quellwasser die Rede ist, giebt sich schon durch den Geschmack zu erkennen; sicherer noch läßt es sich erkennen, wenn man eine gleich große Quantität beider Wasserarten im völlig klaren und durchsichtigen Zustande eine Zeit lang der Kochhitze aussetzt, nach welcher Operation man bemerken wird, daß das kalkreiche Wasser sich weit stärker trübt und eine deutlichere Ausscheidung eines weißen, feinen Pulvers liefert, als das weiche oder kalkarme Wasser. Das eisenhaltige Wasser giebt, wenn es eine Zeit lang dem Zutritt der Luft ausgesetzt ist, einen schlammigen Niederschlag von Eisenoxyd, welcher noch schneller sich bildet, wenn man eine Probe des Wassers bis zum Kochen erhitzt.

Ich gebe hier keine Verzeichnisse von Pflanzen, deren Wachsthum durch die eine oder andere Art des Wassers vorzugsweise unterstützt wird, weil ich glaube, daß wir in dieser Hinsicht noch gar keine festen und genauen Anhaltspunkte haben, und daß derartige Verzeichnisse, wie man sie in manchen Schriften über Botanik, Land- und Wiesenwirthschaft findet, noch durchaus jeglicher wissenschaftlichen Begründung nicht allein, sondern auch der allgemeinen Bestätigung durch die Praxis entbehren. Es würden hierüber allerdings Beobachtungen und Untersuchungen angestellt werden können, wenn man einmal genau untersuchtes Wasser von möglichst verschiedener Zusammensetzung zur Berieselung von Wiesen verwendete, auf welchen mannichfaltige Gräser und Kräuter sich vorfinden, und hier sorgfältig den Einfluß des betreffenden Wassers auf die einzelnen Pflanzen beobachtete, besonders aber auf die Weise, daß man den Einfluß einer gewissen Wasserart auf einzelne Wiesenparzellen untersuchte, von denen jede mit einer einzigen besondern Wiesenpflanze angesäet wäre. Daß hierbei zugleich die Bodenverhältnisse berücksichtigt werden müßten, versteht sich von selbst, und ein noch höheres wissenschaftliches Interesse würden die Versuche gewähren, wenn sie mit chemischen Analysen der unter dem Einfluß eines gewissen Wassers mehr oder weniger gedeihenden Wiesenpflanzen, namentlich von deren Asche, verbunden würden; denn hierdurch würden wir vielleicht die Pflanzen kennen lernen, welche bei Gegenwart eines bestimmten Wassers, und unter gewissen Boden-

verhältnissen, den größten Ertrag an Heu und Grummet zu liefern im Stande sind. Ich getraue mir nicht die Pflanzen aufzuführen, deren Wachsthum durch die eine oder andere der von mir genannten drei Wasserarten besonders gefördert wird, obgleich für einen solchen Versuch die Erfahrung und Beobachtung wohl einige Anleitung geben möchte; noch viel weniger aber halte ich es für möglich, nur einigermaßen brauchbare Verzeichnisse von Wiesenpflanzen aufzustellen, deren Hervorkeimen und Gedeihen durch Fluß-, durch Quell-, durch Feld- oder Sammelwasser bewirkt wird. Ich habe oben nachgewiesen, daß nach der letzteren Eintheilung der verschiedenen Wasserarten, auf deren Bestandtheile durchaus keine nur einigermaßen sichere Schlüsse gemacht werden können; und da von diesen Bestandtheilen die vollkommene Entwicklung dieser oder jener Pflanze zum Theile wenigstens abhängig ist, so kann man auch unmöglich die Pflanzen nach ihren Gattungen und Arten angeben wollen, welche durch Quellwasser, und welche durch Flußwasser ꝛc. zu einem üppigen Gedeihen veranlaßt würden. Ich glaube vielmehr, daß man gegenwärtig für die Wahl der Pflanzen bei einer neu angelegten oder umgelegten Wiese allein dadurch einen ziemlich sicheren Anhaltepunkt sich verschaffen kann, indem man die an den Rändern oder in der Nähe der Flüsse oder Gräben, aus welchen das betreffende Wasser entnommen werden soll, in besonders großer Menge und üppiger Entwicklung vorkommenden Pflanzen beobachtet und hiervon die besseren Gräser und Kräuter ansäet.

Ueber das mehr oder weniger häufige Vorkommen von gewissen, besonders verbreiteten Wiesengräsern, bedingt durch die physikalische Verschiedenheit des Bodens, hat James Buckman in England zahlreiche Beobachtungen angestellt, die im Allgemeinen auch unter den in Deutschland herrschenden Verhältnissen sich als richtig bestätigen möchten und in der folgenden Tabelle zusammengestellt worden sind. Die Beobachtungen beziehen sich: 1. auf Höhenweide mit flacher Krume, 2. auf armen Thonboden, 3. reichen tiefen Lehmboden, 4. auf Wiesen, die an den Ufern von Flüssen gelegen sind und von Zeit zu Zeit durch das Austreten der Flüsse überfluthet werden, 5. auf Wässerungswiesen. Die in der Tabelle aufgeführten Zahlen bezeichnen das durchschnittliche Mengenverhältniß, in welchem die einzelnen Pflanzen, den Beobachtungen zufolge, auf dem betreffenden Boden vorkommen.

	1. Höhenweide.	2. Armer Thon.	3. Reicher Lehm.	4. Flußwiesen.	5. Wässerungswiesen.
1. Alopecurus pratensis . .	—	1	2	2	3
2. Phleum pratense. . . .	—	1	2	1	2
3. Agrostis stolonifera . . .	2	—	—	1	2
4. Arrhenatherum avenaceum .	—	3	1	—	—

	1. Höhenweide.	2. Armer Thon.	3. Reicher Lehm.	4. Flußwiesen.	5. Wässerungswiesen.
5. Poa pratensis	1	1	2	1	3
6. - trivialis	—	—	—	2	1
7. Briza media	1	2	—	—	-
8. Avena pubescens . . .	1	—	1	1	1
9. - flavescens	—	—	1	1	2
10. - pratensis	1	2	—	—	-
11. Holcus lanatus	1	1	—	2	-
12. Festuca ovina	4	—	—	—	-
13. - duriuscula . . .	2	1	1	—	1
14. - rubra	—	—	2	—	-
15. - pratensis . . .	—	—	2	1	1
16. - loliacea . . .	—	—	1	2	2
17. Bromus erectus	1	—	—	—	-
18. Dactylis glomerata	—	1	2	3	3
19. Hordeum pratense . . .	1	1	2	2	2
20. Lolium perenne	1	1	3	2	2

Auf einer Wiese in der Nähe von Cirencester wurden ebenfalls von Buckman die Veränderungen im Wachsthum der vorkommenden Gräser und einiger Kräuter beobachtet, welche stattgefunden hatten, nachdem die Wiese 2 und 4 Jahre lang als Wässerungswiese benutzt worden war. Die Wiese hatte einen kiesigen Untergrund und der Ertrag war vor der Bewässerung der einer flachkrumigen Höhenweide. Nach 4jähriger Bewässerung hatte sich der Ertrag verdreifacht.

	Vor der Bewässerung.	Nach 2jähriger Bewässerung.	Nach 4jähriger Bewässerung.
Alopecurus pratensis .	1	2	4
Poa pratensis . . .	2	3	4
- trivialis . . .	1	2	1
Briza media	2	—	—
Cynosurus cristatus .	2	1	—
Aira caespitosa . . .	1	—	—
Agrostis stolonifera .	1	2	3
Dactylis glomerata . .	1	2	3
Avena flavescens . .	2	3	3
- pubescens . .	1	1	1
Hordeum pratense . .	1	2	2
Lolium perenne . .	2	4	6
Ranunculus acris . .	1	3	1
- bulbosus .	3	1	—
Plantago lanceolata .	3	1	1
- media . .	3	—	—
Trifolium repens . .	2	—	—
- pratense . .	1	2	2
Anthriscus vulgaris . .	1	2	1

Diese Tabelle zeigt, daß alle besseren Gräser an Menge und Ueppigkeit unter dem Einfluß der Bewässerung zugenommen haben, nur bei Poa trivialis und Hordeum pratense zeigte sich eine Zunahme auch bei Gräsern von minder guter Beschaffenheit. Es ist jedoch mit Bezug auf die zuerst genannte Grasart zu bemerken, daß während bis zum dritten Jahre eine rasche Zunahme im Wachsthum stattfand, von dieser Zeit an wieder eine Abnahme beobachtet wurde. Es erklärt sich diese Erscheinung daraus, daß der Abzug des Wassers in der ersten Zeit nach der Bewässerung unvollkommen war und dadurch eine theilweise Versumpfung stattfand; es ist dies oft bei neu angelegten Wiesen der Fall, später verschwindet diese nachtheilige Wirkung des Wassers. Die Verbesserung im Wiesenwachsthum zeigt sich besonders deutlich bei einem durchlassenden Untergrund: zähe Thonböden ohne durchlassenden Untergrund zeigen selten bei der Bewässerung einen so guten Erfolg. Hinsichtlich der krautartigen Gewächse bemerkt man, daß die wenig nahrhaften Kräuter, welche auf trocknen Weiden vorkommen, in Folge der Bewässerung verschwinden und ihren Platz den üppiger sich entwickelnden Gräsern überlassen.

Was nun die Wahl zwischen den oben genannten drei Arten von Wasser anbetrifft, so kann hierüber allerdings mit Sicherheit nur die Erfahrung entscheiden; indessen giebt uns doch auch die Wissenschaft einige Winke, welche wohl nicht zurückzuweisen sind. Die Beschaffenheit und die Bestandtheile des Bodens müssen natürlich für die größere oder geringere Wirkung des Wassers von großer Bedeutung sein; im Allgemeinen jedoch möchte ich dem weichen, alkalischen Wasser fast unter allen Umständen den Vorzug geben, indem die Alkalisalze im höheren Grade das Wachsthum der Wiesenpflanzen befördern als die Kalkerde, namentlich auch deswegen, weil die letztere stets und in jedem Wasser in mehr als hinreichender Menge vorhanden ist, um die Gewächse mit diesem Nahrungsstoffe zu versorgen. In die Klasse der alkalischen Wasser gehört als das vorzüglichste zur Wiesenbewässerung das Feld- oder Hof- oder Dorfwasser, ferner sehr häufig auch das Teichwasser, wie das Wasser größerer Flüsse, zuweilen auch das Wasser der aus alkalireichen Erdschichten und Gesteinen hervortretenden Quellen, also überhaupt alle diejenigen Wasser, welche eine den Pflanzen überaus zuträgliche höhere Temperatur besitzen oder eine solche unter dem Einfluß der Sonne und des Bodens leicht anzunehmen geneigt sind; die weichen, alkalischen Wasser sind auch in der Regel warme Wasser. Dagegen sind die sehr kalkreichen Gewässer der Quellen, Bäche und Flüsse durch ihre niedrigere Temperatur ausgezeichnet; sie verlieren aber durch Erwärmung den größten Theil ihres Kalkgehaltes und gehen dann in den Zustand der weichen, warmen Wasser über; es kann daher das harte Wasser in

welches verwandelt werden, wenn man das erstere in flachen Teichen sich ausbreiten läßt oder wenn es in dünnen Schichten über einen sandigen, kiesigen, steinigen, also von der Sonne leicht zu erwärmenden Boden hinfließt. Schädlich aber wirkt dieses Wasser häufig, wenn die Ablagerung des Kalkes erst auf der Wiese selbst geschieht, denn hierzu ist einmal Wärme erforderlich, welche also vorzugsweise der Umgebung entzogen werden muß, so daß eine Erkaltung des Bodens und der auf ihm wachsenden Pflanzen stattfindet, und außerdem kann auch die Kalkschicht, welche allmälig als eine feste Decke den Boden überzieht, dem Wachsthum der Pflanzen mechanischen Widerstand entgegensetzen, und endlich wird der große Kalkgehalt im Wasser, indem der Kalk theilweise auf die sich entwickelnden Pflanzen sich absetzt, bewirken, daß die letzteren eine dem Vieh unangenehme, vielleicht sogar der Gesundheit desselben nachtheilige Beschaffenheit annehmen. Die nachtheiligen Eigenschaften des kalten Kalkwassers äußern sich vorzugsweise auf zäh-thonigem Boden, da dieser überhaupt schon zur Kälte geneigt ist; der schädliche Einfluß kann allerdings gehoben werden, wenn eine mechanische Auflockerung und von Zeit zu Zeit eine innige Vermengung des abgesetzten feinpulverigen Kalkes mit dem Thon bewerkstelligt werden könnte, welches jedoch wohl selten in der Praxis auf den Wiesen ausgeführt werden kann. Das Kalkwasser wird weniger schädlich sein auf einem an sich schon warmen, lockeren, milden Lehmboden, noch weniger auf trocknem Sand- und Kalkboden, und auf eisenhaltigem Moorboden wird es sogar mit großem Vortheil angewendet werden können, selbst schon auf eisenhaltigem Thonboden, der leicht zu Säurebildung geneigt ist. Es ist allgemein bekannt, daß der Kalk dem Boden seine Säure nimmt und ihm die zur Hervorbringung nutzbarer Gewächse durchaus nöthige alkalische Beschaffenheit gewährt. Die Wirkung des Kalkes ist ganz besonders günstig, wenn der Boden torfig und zugleich reich ist an Eisen. In diesem Falle findet nämlich der folgende chemische Prozeß statt. Wo stehende Feuchtigkeit den freien Zutritt der atmosphärischen Luft zu faulenden vegetabilischen Resten verhindert, sammeln diese sich in großer Menge an und es bildet sich der sogenannte saure Humus, welcher bekanntlich dem Wachsthum der gewöhnlichen Kulturpflanzen und Süßgräser äußerst nachtheilig ist. Der saure Humus hat die Fähigkeit, mit basischen Mineralkörpern zu in Wasser mehr oder weniger auflöslichen Verbindungen zusammenzutreten. Von den salzartigen Verbindungen des Humus ist die mit Eisenoxydul besonders leicht in Wasser auflöslich und zugleich diejenige, welche am meisten das Gedeihen guter Pflanzen verhindert und unterdrückt, dagegen das üppige Hervorkeimen von Binsen, sauren Gräsern und Torfpflanzen aller Art begünstigt. Die Auflöslichkeit dieser Humusverbindung

zeigt sich allenthalben in Torfmooren und Sümpfen, wo das Eisen als Bestandtheil des Bodens auftritt; ist das Eisen ursprünglich in der höchsten Oxydationsstufe als Eisenoxyd zugegen, so wird dieses bei Abschluß der Luft und in Berührung mit faulenden organischen Substanzen leicht zu Oxydul reducirt, und verbindet sich als solches mit dem Humus. Tritt nun das in Wasser aufgelöste humussaure Eisenoxydul mit der Luft in Wechselwirkung, so zieht das Eisenoxydul zunächst Sauerstoff an, verwandelt sich wiederum in Eisenoxyd, welches in dem Wasser zu Boden sinkt und zu der Bildung von Ortstein oder Raseneisenstein Veranlassung giebt. Dieser Prozeß giebt sich dem Auge kund durch die in bunten Farben spielende Haut, welche so häufig auf der Oberfläche der Moorwasser, und nicht selten auch in den Wassergräben des Ackerlandes und der Kunstwiesen beobachtet wird, und hier wie dort dieselbe Ursache hat. Es ist Thatsache, daß die Ablagerung von Raseneisenstein, und also die Auflösung des Eisens in dem Erdboden nur dann stattfindet, wenn der Boden völlig frei ist von Kalkerde; so lange noch Kalk vorhanden ist, wird durch die Humussäure kein Eisen dem Boden entzogen, der Kalk schützt das Eisen gegen die Auflösung, denn die Humussäure hat eine größere Neigung, mit dem Kalke sich zu verbinden als mit dem Eisenoxydul. Auf kalkigem Boden wird man keine Bildung von Eisensteinlagern wahrnehmen, in kalkreichen Gegenden hinterläßt der Torf beim Verbrennen keine rothe eisenhaltige, sondern eine weiß-graue kalkige Asche. Während das humussaure Eisenoxydul dem Wachsthum der besseren Pflanzen überaus schädlich ist, verhält sich der humussaure Kalk dagegen häufig wie ein Dünger, er erhöht unter Umständen die Fruchtbarkeit des Bodens, wenigstens ist seine Gegenwart nicht schädlich für die Entwicklung der Kulturpflanzen. Wo also ein eisenhaltiger Moorboden in eine Bewässerungswiese umgewandelt werden soll, da wird, wenn die Auswahl freigestellt ist, das kalkreichste Wasser die besten Dienste thun, indem durch den Kalk der saure Humus gebunden wird, und dieser das Eisen dann nicht mehr in den auflöslichen Zustand versetzen kann. Dasselbe Wasser kann man auch auf eisenhaltigem Thonboden verwenden. Außer dem kalkhaltigen Quell- und Flußwasser wird unter den angedeuteten Bodenverhältnissen auch das Feldwasser zur Bewässerung der Wiesen geeignet sein, denn dieses, wie es alle guten Eigenschaften in sich vereinigt, enthält nicht allein eine reichliche Quantität alkalischer Salze, sondern ist überhaupt so reich an auflöslichen Mineralsubstanzen, daß es auch in der Regel eine größere absolute Menge von Kalkerde in sich aufgenommen hat, als das gewöhnliche Flußwasser. Was endlich die eisenhaltigen Wasser anbetrifft, namentlich wenn sie zu gleicher Zeit auch Humussäure aufgelöst enthalten, so ist deren Untauglichkeit zur Wiesen-

bewässerung schon aus dem Vorhergehenden klar, am nachtheiligsten wirkt sie, wenn der Boden eine sehr humose Beschaffenheit hat, an sich schon reich an Eisen und dagegen arm an Kalk ist; dagegen können sie auf warmem, lockerem Sand- und namentlich auf Kalkboden, in Ermangelung eines besseren Wassers, noch leidlichen Nutzen gewähren. Selbst wenn das in dem Wasser enthaltene Eisen nicht an Humussäure gebunden, sondern als kohlensaures Eisenoxydul zugegen ist und in Folge von freier Kohlensäure in Auflösung erhalten wird, wie es bei eisenhaltigen Quellen vorkommt, so sollte dennoch dieses Wasser nicht zur Ueberrieselung der Wiesen benutzt werden, theils weil es in der Regel, wegen der Nähe seines Ursprunges, sehr kalt ist, besonders aber weil es über die Wiesen eine feste, den Zutritt der Luft abhaltende Schicht von Eisenocker absetzt, welche Ablagerung noch leichter geschieht, als die des kohlensauren Kalkes aus dem kalkhaltigen Wasser, und auf die Güte und Nahrkraft des auf solchen Wiesen erzeugten Futters noch nachtheiliger einwirkt, als wie vom Kalke bereits angegeben wurde. Unter den zuletzt angedeuteten ungünstigen Verhältnissen, wo nämlich entweder der Boden oder das Wasser auffallend schlecht ist oder beide zugleich untauglich werden, muß man lieber ganz absehen von der Anlegung der Bewässerungswiesen, und auf andere Weise, durch geeignetere Düngmittel die Quantität und Qualität der Erträge zu steigern versuchen.

Das Wasser äußert nicht allein eine unmittelbar pflanzenernährende Kraft, es wirkt auch mittelbar auf das Gedeihen der Wiesenpflanzen ein, indem es den Uebergang der theils im Boden theils in der Atmosphäre vorhandenen Nahrungsstoffe in die Pflanze ermöglicht. Die überall gegenwärtigen und leicht nachweisbaren gasförmigen Stoffe, welche die Atmosphäre bilden, sind der Stickstoff, der Sauerstoff und die Kohlensäure; diese sind in jedem Wasser, welches mit der Luft eine Zeit lang in Berührung gewesen ist, in wechselnder Menge aufgelöst. Der reine Stickstoff ist ein sehr indifferenter Körper, welcher bei dem Prozeß der Pflanzenernährung fast gar keine Rolle spielt. Der Sauerstoff wird im isolirten Zustande von der Pflanze aufgenommen und gebunden, er dient in vielen Fällen als direktes Nahrungsmittel; seine Gegenwart im Boden ist wesentlich nothwendig für das freudige Gedeihen der in demselben befestigten Pflanzen, er verhindert die Bildung von saurem Humus, befördert den Verwesungs- und Verwitterungsprozeß und bewirkt, daß immer neue Mengen der in dem Boden verborgenen und festgebundenen Nahrungsstoffe löslich und von der Pflanze aufnehmbar werden. Es ist deshalb wohl anzunehmen, daß das in dem Wasser aufgelöste Sauerstoffgas zur Erhöhung der Thätigkeit des Wassers überhaupt beitragen wird. Jedoch kann auf die Gegenwart

des Sauerstoffes im Wasser bei der Erörterung der hier vorliegenden Frage nur wenig Gewicht gelegt werden, weil dieser Stoff in so großer Quantität überall in der Luft enthalten ist, daß er aus derselben stets in den Boden eindringen kann, wenn dessen Beschaffenheit es gestattet.

Das Kohlensäuregas ist einer der drei wichtigsten und wesentlichen Nahrungsstoffe für die Pflanze; es befindet sich stets in größerer oder geringerer Menge im Wasser aufgelöst, und man könnte glauben, daß dasjenige Wasser den Pflanzen am meisten zusagen müßte, welches den größten Gehalt an diesem Bestandtheile aufzuweisen hat. Diese Ansicht wird aber durch die Erfahrung widerlegt; denn das Quellwasser, welches von allen Wasserarten am meisten Kohlensäure enthält, ist durchaus nicht immer das wirksamste; sehr kohlensäurereiches Wasser verhält sich nicht selten ganz indifferent, zuweilen sogar nachtheilig gegen das Wachsthum der Wiesenpflanzen. Indessen erklärt sich die letztere Erscheinung theils durch die Kälte, theils aber auch durch die den Quellwassern gewöhnlich eigenthümliche Härte, d. h. durch den großen Gehalt an kohlensaurer Kalkerde. Die kleine Menge von Kohlensäure, welche in dem gewöhnlichen Wasser aufgelöst, aber doch in verhältnißmäßig bedeutend concentrirterem Zustande, als in der atmosphärischen Luft vorkommt, scheint in der That günstig auf die Vegetation einwirken zu müssen; denn Versuche und die Erfahrung beweisen, daß die Pflanzen üppiger und besser gedeihen, wenn sie in einer kohlenstoffreicheren Atmosphäre sich befinden, und außerdem in einem Boden befestigt sind, aus welchem sie mittelst ihrer Wurzeln mit der Feuchtigkeit auch Kohlensäure aufnehmen können, welches bei den Gräsern um so vortheilhafter sein mag, als diese wegen der Struktur ihrer Blätter der Atmosphäre unmittelbar vielleicht nur langsam das Kohlensäuregas entziehen können. Ich glaube deshalb, daß der Einfluß des Wassers, wenigstens zum Theil, in seinem Kohlensäuregehalte begründet sein mag, und daß die Kohlensäure, welche den Wiesen zugeführt wird, auch zur Erhöhung der Fruchtbarkeit etwas beitragen wird.

Weit wichtiger aber als die Gegenwart der Kohlensäure in dem Wasser, ist der Ammoniakgehalt desselben für das freudige Gedeihen der Pflanzen; je größer die Menge des in dem Wasser vorhandenen Ammoniaks ist, in gleichem Verhältnisse nimmt auch die Güte des Wassers zu und seine Brauchbarkeit zur Bewässerung der Wiesen. Da ich bereits in dem vorigen Kapitel von dem Verhalten des Wassers gegen das Ammoniak das Röthige mitgetheilt habe, so verweise ich auf das dort Gesagte. Zur weiteren Bestätigung aber der günstigen Wirkung des Wassers durch seinen Ammoniakgehalt will ich hier noch die Am-

moniakmengen mittheilen, welche Boussingault in verschiedenen Wasserarten direkt nachgewiesen hat. Der Ammoniakgehalt in 1 Litre Wasser betrug:

Zeit der Beobachtung.	Bezeichnung des Wassers.	Ammoniakgehalt Grm.
April . .	Wasser der Seine bei der Brücke d'Austerlitz . . .	0,00012
„ . .	„ „ „ „ „ „ de la Concorde . .	0,00016
„ . .	„ „ Ourcq fontaine du Conservatoire . . .	0,00073
Mai . .	„ „ „ „ „ . . .	0,00003
März . .	„ des Canals de Loing bei Montargis . . .	0,00032
April . .	„ der Bievre bei Pont aux Tripes	0,00261
„ . .	„ von Arcueil	0,00017
„ . .	„ der Quelle von Andilly bei Montmorency . .	0,00003
Mai . .	„ des Sees von Enghien	0,00007
April . .	„ der Quelle von Guermantes bei Lagny . . .	Nichts.

Mit Ausnahme des Wassers der Bievre, an deren Ufern sehr viele Fabriken gelegen sind, ist die Menge des Ammoniaks geringer als in dem Regenwasser, welches in 1 Liter durchschnittlich 0,0005 Grm. enthält; eine Quelle enthielt gar kein Ammoniak oder so wenig, daß es nicht nachgewiesen werden konnte. Es ist auffallend, wie sehr die Menge des Ammoniaks in verschiedenen Wasserarten differirt und selbst in demselben Wasser zu verschiedenen Zeiten. In dem Monat April enthielt das Wasser der Ourcq fast sieben Mal mehr Ammoniak als das der Seine, während nur einen Monat später in dem ersteren nur der vierte Theil von dem Ammoniakgehalt des Seinewassers nachgewiesen werden konnte. Boussingault fand ferner in einem Litre Meerwasser 0,0002 Grm. Ammoniak, eine sehr beträchtliche Menge, wenn man die enorme Masse des Meerwassers in Betracht zieht; der Ocean kann daher als ein großes Reservoir von Ammoniak angesehen werden, aus welchem dieser Körper früher oder später, direkt oder indirekt seinen Weg in die Pflanzen finden muß. In dem Wasser der Quellen, welche in der Nähe von menschlichen Wohnungen oder in dicht bevölkerten Gegenden entspringen, ist die Menge des Ammoniaks eine bedeutend größere, wie ebenfalls von Boussingault nachgewiesen wurde. In 1 Litre Brunnenwasser war an Ammoniak enthalten:

	Grm.
Garten von Clignancourt, außerhalb Paris	0,00032
Haus in der Rue du Parc Royal	0,00132
„ auf dem Place de l'Hotel de Ville	0,03435
„ „ „ Quai de la Megisserie, Nr. 30. . . .	0,03033
„ „ „ „ „ „ Nr. 28. . . .	0,03386
„ in der Rue de la Tabletterie	0,00026

Auf den Gehalt des Wassers an Salpetersäure, welche häufig in dem Brunnenwasser der Städte gefunden wurde, ist bei den obigen Untersuchungen keine Rücksicht genommen; wahrscheinlich war auch diese Substanz in beträchtlicher Menge in allen von Boussingault untersuchten Brunnenwassern enthalten und möglicherweise in geringerer Quantität sogar in den Quellwassern. Der größere oder geringere Gehalt des Wassers an Ammoniak und Salpetersäure muß aber den Werth dieses Wassers für die Befruchtung der Wiesen zum großen Theile bedingen.

Eine durch die Praxis fast allgemein bestätigte Erscheinung auf den Rieselwiesen findet in dem bisher Erwähnten nicht recht ihre Ursache und Begründung; die Thatsache nämlich, daß das Wasser im Anfange, wenn es über den Rand der Bewässerungsgräben austritt, in besonders hohem Grade düngende Eigenschaften hat, und daß seine Wirkung immer geringer wird, je weiter es von jenem Punkte sich entfernt. Aus diesem Grunde benutzt man ein und dasselbe Wasser gewöhnlich nur für Flächen, welche in einer Breite von 2 bis 3 Ruthen sich ausdehnen, und leitet es dann wiederum mittelst der Entwässerungsgräben von der Wiese ab. Es ist allerdings natürlich, daß, wenn das Wasser über die Wiese hingeleitet wird, während die Pflanzen im Gedeihen und im Wachsthum begriffen sind, diese dem Wasser gleich anfangs seinen Gehalt an Kohlensäure und namentlich an Ammoniak, welches mit so großer Begierde von allen Gewächsen absorbirt wird, entziehen müssen, und wir sehen in der That in sehr vielen Fällen jene Erscheinung durch das hier angedeutete Verhalten erklärt. Wenn wir aber bedenken, daß das Wasser, welches nach der Grummeternte im Herbste, nachdem die Vegetationskraft durch die eingetretene Temperaturerniedrigung geschwächt worden ist, gewöhnlich lange Zeit hindurch und ohne Unterbrechung über die Wiesenflächen hinrieselt, ebenfalls meistens nur eine gewisse Fläche wirksam zu düngen vermag, so muß, wie mir scheint, noch ein anderer Grund vorhanden sein, aus dem wir die Erklärung dieses Verhaltens entnehmen können. Dieser Grund kann durchaus nicht in der Entziehung der im Wasser aufgelösten Mineralstoffe zu suchen sein, denn diese wird ebenfalls nur durch die in der Entwicklung begriffene Pflanze bewirkt, und es wird von diesen Mineralsalzen nur eine der in den Boden eindringenden Feuchtigkeit entsprechende Quantität zurückgehalten werden. Es kann aber die in Rede stehende Erscheinung bedingt sein durch die Eigenschaft des Bodens, das Ammoniak selbst aus sehr verdünnten wässerigen Lösungen auszuziehen, eine Eigenschaft, welche in der Bodenkunde ausführlich beschrieben worden ist. Hierzu kommt noch, daß fast in jedem Wasser fein zertheilte organische Stoffe enthalten sind, im lebenden und im

abgestorbenen Zustande, dem Thierreiche wie dem Gewächsreiche angehören: das scheinbar reinste Wasser der Flüsse, Teiche und Gräben zeigt, unter dem Mikroskope betrachtet, eine mannichfaltige Welt im Kleinen, eine zahllose Menge von Organismen verschiedener Art. Diese organischen Substanzen müssen in besonders großer Menge in den Wassern enthalten sein, welche ganz stille stehen, oder nur eine sehr langsam fortschreitende Bewegung haben: so wie diese Bewegung eine schnellere wird, mischt sich jenen organischen Körpern eine größere oder geringere Menge von Thon- und Lehmtheilchen bei, und schließlich, wenn die Strömung noch lebhafter wird, werden auch Sandmassen aufgeschwemmt und mit dem Wasser fortgerissen. Je mehr das Wasser von jenen organischen Substanzen im reinen und unvermischten Zustande enthält, desto wirksamer ist es, desto größer sind seine düngenden Eigenschaften, und nur wenn man die Absicht hat, einem losen Flugsande Festigkeit und Bindigkeit zu verleihen, zieht man jenem Wasser ein trübes und lehmiges Wasser vor. Die organische Masse bleibt als eine mehr oder weniger dicke, zuweilen auch dem Auge sichtbare Humusschicht auf der Wiese zurück und wirkt hier ganz auf dieselbe Weise, wie ein kräftiger, völlig durchgegohrener und leicht auflöslicher Compostdünger. Diese Humusmasse nämlich geht wegen ihrer großen Lockerheit und feinen Zertheilung im Frühjahre, wenn wiederum wärmere Witterung eintritt, sehr leicht in weitere Fäulniß und Verwesung über, und liefert hierbei den Pflanzen nicht allein Wärme und Kohlensäure, sondern auch, als ganz besonders werthvolles Zersetzungsprodukt, Ammoniak; denn da jene Humussubstanz ausschließlich aus den Resten abgestorbener Vegetabilien und auch häufig thierischer Organismen herrührt, so muß sie reich sein an chemisch gebundenem Stickstoff, der zur Erzeugung einer entsprechenden Menge Ammoniak die Veranlassung giebt. Man hat häufig beobachtet, daß, nachdem das Wasser nach dem Abrieseln eine Zeit lang in den Grippen und Gräben gestanden hat, es mit seiner ursprünglichen Kraft zur Bewässerung wieder benutzt werden kann. Ich kann die Ursache dieser Erscheinung nur darin finden, daß in Folge der Berührung mit der Luft das Wasser wiederum mit fruchtbaren Gasen, namentlich mit Ammoniak, sich schwängert, welches vielleicht sofort durch die Entstehung mikroskopischer Organismen des Pflanzen- und des Thierreiches in einen mehr gebundenen, jedoch unter den bei der Ueberrieselung selbst eintretenden Verhältnissen wieder leicht löslichen Zustand übergeführt wird.

Die im Obigen ausgesprochenen Ansichten, welche zunächst auf praktische Erfahrungen begründet sind, haben in ihrer Richtigkeit durch neuere chemische Untersuchungen gewisser Rieselungswässer eine auffallende Bestätigung erhalten. In bergigen Gegenden beobachtet man nicht selten Wasser,

welche nahe bei einander aus der Erde hervorquellen, fast dieselbe Temperatur und denselben Boden haben und doch auf ganz verschiedene Weise auf die Vegetation der Wiesen einwirken, so daß man die einen als gute, die anderen als schlechte Rieselwasser bezeichnen muß. Chevandier und Salvetat untersuchten zwei einander nahe gelegene Quellen, welche in einem Thale der Vogesen analoge Verhältnisse in der Lage, in der Höhe über dem Meeresspiegel, in der Temperatur und anscheinend in der Reinheit hatten; der Boden, welchen sie bewässerten, war überall von gleicher Beschaffenheit. Im Jahre 1847 wurden die beiden Versuchsflächen nach der in jener Gegend üblichen Weise gewässert vom 28. April bis zum 31. Mai, die eine Wiese aus der schlechten Quelle mit 256 Millionen Kil. Wassers pr. Hectare, die andere Wiese aus der guten Quelle mit nur 99 Mill. Kil. und außerdem vom 14. Juli bis zum 6. August nach der Heuernte mit 65, zusammen also mit 164 Mill. Kil. Wassers. Im Jahre 1848 wurde auf beiden Wiesen eine ziemlich gleiche Wassermenge, nämlich von dem schlechten Wasser 126 und von dem guten Wasser 130 Mill. Kil. pr. Hectare angewendet, welche Wassermenge noch um das Doppelte diejenige übertrifft, welche man in Deutschland bei der Bewässerung der Wiesen gewöhnlich anzuwenden pflegt. Der Ernteertrag von beiden Wiesen war an lufttrockener Substanz:

	1847.		1848.	
	Schlechte Quelle.	Gute Quelle.	Schlechte Quelle.	Gute Quelle.
Heu . .	1533 Kil.	5230 Kil.	1786 Kil.	7369 Kil.
Grummet	779 „	2666 „	963 „	3100 „
Zusammen	2312 Kil.	7896 Kil.	2749 Kil.	10469 Kil.

Die Gesammtmenge der 1848 in der ganzen Ernte enthaltenen Menge an Asche und trockner organischer Substanz betrug für die schlechte Quelle 141 und 1875 Kil., für die gute Quelle 525 und 7499 Kil. In der organischen Substanz waren ferner enthalten:

	Schlechte Quelle			Gute Quelle.		
		Heu.	Grummet.		Heu.	Grummet.
Kohlenstoff	919 Kil.	49,16 Prc.	48,55 Prc.	3672 Kil.	48,55 Prc.	50,01 Prc.
Wasserstoff	109 „	5,94 „	5,62 „	410 „	5,52 „	5,33 „
Sauerstoff	815 „	43,05 „	44,41 „	3287 „	44,28 „	42,71 „
Stickstoff	32 „	1,85 „	1,42 „	130 „	1,65 „	1,95 „
	1875 Kil.	100,00 Prc.	100,00 Prc.	7499 Kil.	100,00 Prc.	100,00 Prc.

Bei der chemischen Untersuchung der beiden Wasserarten ergab sich, daß die Menge und die Natur der in ihnen gelösten Gase fast gleich war. Die Gase waren Kohlensäure, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefelwasserstoff; Ammoniak konnte nicht nachgewiesen werden. Die Gesammtmenge der mit dem Wasser zugeführten Gase betrug:

1847: schlechte Quelle 7832 Cubikmeter, gute Quelle 4804 C.M.
1848: „ „ 3719 „ „ „ 3810 „

Von den einzelnen Gasarten war zugegen:

	1847.		1848.	
	Schlechte Quelle.	Gute Quelle.	Schlechte Quelle.	Gute Quelle.
Kohlensäure . .	793 C.M.	641 C.M.	391 C.M.	506 C.M.
Sauerstoff . . .	2404 „	1544 „	1183 „	1224 „
Stickstoff . . .	4143 „	2530 „	2040 „	2006 „
Schwefelwasserstoff .	193 „	89 „	95 „	70 „

Daß die sehr verschiedene Wirkung der beiden Quellwasser nicht du… einen abweichenden Gehalt an aufgelösten Gasarten bedingt sein konnte, e… giebt sich wohl aus dem Obigen mit genügender Klarheit. Im Jahre 184… wurden ferner an mineralischen Stoffen mit dem Wasser den betreffen… Wiesen pr. Hectare zugeführt:

	Schlechte Quelle.	Gute Quelle.	Gute Quelle N. 1
Gesammtmenge der festen Stoffe .	2070 Kil.	1622 Kil.	2178 Kil.
Kieselsäure	171 „	156 „	253 „
Kali und Natron	312 „	233 „	
Eisenoxyd	0,4 „	0,5 „	
Kalkerde	280 „	144 „	318 „
Magnesia	114 „	32 „	240 „

Von dem Wasser aus der guten Quelle wurde also stets eine geringe… Menge der Mineralstoffe geliefert als von dem Wasser aus der schlecht… Quelle; daß aber auch die größere Menge der aufgelösten Mineralstoffe nic… schädlich auf das Wachsthum der Pflanzen einwirkte, beweist der no… größere Gehalt einer anderen Quelle, deren Wasser eine sehr günstige Wi… kung zeigte. In Betreff der Schwefelsäure, des Chlors und der Thonerd… wurde ein ähnliches Verhalten beobachtet; von Jod, Phosphorsäure, arseni… ger Säure und Manganoxyd wurden sehr geringe, quantitativ nicht bestimm… bare Mengen nachgewiesen. Man sieht deutlich, daß die Differenz de… Ernten unmöglich zu der Menge der mit dem Wasser zugeführten Mineral… stoffe in irgend einer Beziehung stehen kann; man kann daher die Lösung de… Problems nur in den organischen Substanzen suchen, welche gleichzeitig i… den Wassern enthalten waren.

1848 lieferte die schlechte Quelle der Fläche eines Hectare 828 Kil. or… ganische Substanz und die gute Quelle 756 Kil., also 72 Kil. weniger, un… im Jahre 1847 die schlechte Quelle sogar 1677, die gute nur 953 Kil. Ei… Wasser ist daher nicht immer fruchtbarer als ein anderes, wenn es die… größere Menge organischer Substanzen liefert, denn in dem letzteren Fall… lieferte die schlechte Quelle fast zweimal so viel als die gute. Die procentische… Zusammensetzung der organischen Substanz war:

	Kohlenstoff.	Sauerstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.
Schlechte Quelle . . .	54,54	37,52	5,56	2,38
Gute Quelle	51,46	37,12	5,69	5,73

Im Jahre 1848 lieferte das Wasser der schlechten Quelle einem Hectare 20 Kil. Stickstoff in organischer Verbindung und das der guten Quelle 43 Kil.; 1847 lieferte dagegen die schlechte Quelle 40 Kil. und die gute 55 Kil. Stickstoff. Die Menge des Stickstoffes der organischen Substanz war demnach bei der Bewässerung aus der schlechten Quelle im Jahre 1847 und bei der Bewässerung aus der guten Quelle im Jahre 1848 beinahe dieselbe. Beachtet man ferner nur die Bewässerungen des Frühjahrs von 1847 und die darauf folgende Heuernte, so ist das Verhältniß zwischen den beiden Ernten = 1:3, während die Mengen des Stickstoffs der organischen Substanz für die schlechte Quelle 40 Kil. und für die gute nur 33 Kil. beträgt. In diesem Falle fällt also die größte Produktion mit der geringsten absoluten Menge Stickstoff zusammen. Es genügt daher auch nicht, damit eine Quelle fruchtbarer sei als eine andere, daß die absolute Menge des in den organischen Stoffen enthaltenen Stickstoffes größer sei. Zieht man aber, anstatt nur die absoluten Mengen der organischen Stoffe oder des in ihnen enthaltenen Stickstoffes zu beachten, die relativen Verhältnisse des Stickstoffes und Kohlenstoffes in Betracht, so findet man, daß 100 Theilen Kohlenstoff in den guten Quellen im Mittel 11 Th. Stickstoff, in den schlechten Quellen aber höchstens 4 Th. Stickstoff entsprechen, und daraus ersicht man, daß die befruchtenden Eigenschaften der guten Quellen in den Vogesen beständig darauf beruhen, daß sie im Verhältniß zum Kohlenstoff dreimal mehr Stickstoff enthalten als die schlechten Quellen. Man fand nämlich bei der Untersuchung der in verschiedenen guten und schlechten Quellen enthaltenen organischen Substanz, daß 100 Theilen Kohlenstoff an Stickstoff entsprechen:

	Nr. 1.	Nr. 2.	Nr. 3.
Gute Quellen . . .	11,13 Th.	9,59 Th.	11,89 Th.
Schlechte Quellen . .	4,36 „	1,37 „	4,01 „

Mit anderen Worten, die Wasser der guten Quellen bringen größere Fruchtbarkeit hervor, weil ihre organischen Stoffe ungefähr 6 Prc. Stickstoff enthalten, während die der schlechten Quellen nur 2 Prc. enthalten und kohlenstoffreicher sind. Die stickstoffreichen Humussubstanzen verwesen ungleich schneller als die stickstoffarmen.

Was endlich die Erscheinung betrifft, daß ein warmes Wasser ungleich günstiger auf die Beförderung des Wiesenwuchses einwirkt, als kaltes, so liegt hiervon die Ursache zum Theil darin, daß das warme Wasser ge-

sowohl in Heu wie in dem Samen vermehrt; so hat man z. B. bei dem Kl[illegible] durch Anwendung des Gipses einen so mächtigen Wuchs erlangt, daß [illegible] Blüthe sich eher als nach dem dritten Schnitte zeigte; auch der Nachwu[illegible] war noch sehr schön. Bei einem Versuche ergab sich von der Fläche ein[er] Hectare eine Ernte an Kleeheu von ungefähr 8000 Kil., während ohne Gi[ps] von derselben Fläche nur 2500 Kil. geerntet wurden; ebenso gab das [illegible] Land mit Gips an Kleesamen 125 Kil., ohne Gips nur 24 Kil., an Kle[e-] grummet mit Gips 2800 und ohne Gips nur 650 Kil.

In Frankreich ist ebenfalls in älterer wie in neuerer Zeit die günstige Einwirkung des Gipses auf das Gedeihen der Esparsette und des Klee[s] beobachtet worden; einige der Versuche, welche angestellt wurden, um [den] Grad dieser Wirkung unter gewissen Umständen festzustellen, sind in ihren Resultaten in dem Folgenden mitgetheilt; sie wurden im südlichen Frankreich (Depart. Haute-Garonne) von Villèle ausgeführt.

Beschaffenheit des Bodens.	Nr. der Versuche.	Cultur von	Trockne Ernte von 1 Hectare. Gegipst.	Trockne Ernte von 1 Hectare. Nicht gegipst.	Differenz zu Gunsten des Gipses.	[illegible] des Gips[es] auf 1 Hect[are].
			Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
Leicht, trocken, gegen Mittag gelegen, 2 bis 3 Decim. Tiefe, auf Kreide ruhend	1.	Esparsette	3500	2200	1300	800
	2.	"	4000	2000	2000	300
	3.	"	3300	2100	1200	600
Streng, thonig, feucht, 5 Decim. Tiefe, auf Thon ruhend	4.	Klee	5000	2500	2500	500
	5.	"	4000	2400	1600	700

In Nordamerika, wo Franklin und Washington gegen Ende des vorigen Jahrhunderts um die Verbreitung der Gipsdüngung sich große Verdienste erwarben, wie in vielen Gegenden Deutschlands, wo in gleicher Weise und zu derselben Zeit Schubert von Kleefeld thätig war, ist durch un[-] zählige Versuche und Beobachtungen die Wirksamkeit des Gipses außer Zweifel gesetzt; dennoch scheinen sowohl hier wie in den zuerst genannten Ländern Verhältnisse in der Witterung, im Klima und im Boden auftreten zu können, welche die Wirkung dieses Stoffes, namentlich auf die Kleeproduction zum Theil oder ganz aufheben. Ich gebe zum Beweise dieser Behauptung die Resultate von einigen über die Wirkung des Gipses auf die Kleeerzeugung angestellten Versuchen, die auf der landwirthschaftlichen Lehranstalt zu Brösa in der sächsischen Oberlausitz, in den Jahren 1848 und 1849 von E. Stöckhardt ausgeführt worden sind.

Wird jedoch gewöhnliches Fluß- und Teichwasser angewendet, so wird je nach dessen Bestandtheilen auch die Qualität der vermehrten Ernteerträge in höherem oder geringerem Grade an Werth abnehmen. Denn man kann nicht behaupten wollen, daß überall mit der größeren Feuchtigkeit auch sämmtliche pflanzenernährende Substanzen in entsprechender Menge und in den zur Erzeugung des nahrhaftesten Futters erforderlichen Verhältnissen den Pflanzen zugeführt werden. Die Erfahrung lehrt, daß in sehr vielen Fällen die Qualität des auf den Rieselwiesen erzeugten Futters nur dann mit der Zunahme der Quantität sich nicht verringert, wenn man entweder dem Wasser düngende Stoffe zusetzt, ehe es über die Wiese hingeleitet wird, oder noch besser, wenn man von Zeit zu Zeit die Wiese selbst mit einem kräftigen klaren Compostdünger überstreut, vielleicht von einer Beschaffenheit, wie ich denselben in dem vorhergehenden Kapitel beschrieben habe. Ich will keineswegs die in einem großen Theile Englands und auch anderswo herrschende Sitte, die natürlichen Wiesen zu planiren, zu düngen und zeitweise durch das Rindvieh abweiden zu lassen, ohne sie zu bewässern, überall und namentlich für die in Deutschland herrschenden landwirthschaftlichen Verhältnisse empfehlen; ich meine aber einmal, daß Rieselwiesen nicht überall Vortheil gewähren (wie auf Moorboden und eisenschüssigem zähen, kalten und kalklosen Thonboden, und bei Gegenwart eines sauren und eisenhaltigen Wassers), und dann außerdem, daß eine Verbindung von Wasser mit kräftigem Compostdünger auf Wiesen die höchsten Erträge und von der besten Qualität gewährt und überall unter nur einigermaßen günstigen Bodenverhältnissen als ökonomisch vortheilhaft zu empfehlen sein wird.

b. Beidünger, welche nur zum Theil direkt pflanzenernährende Kraft besitzen, zum Theil aber die Aufnahme der im Boden oder in der Atmosphäre enthaltenen Pflanzennahrung zu vermitteln die Fähigkeit haben.

1. Der Gips.

Das vorliegende Kapitel beginne ich mit der Betrachtung eines Stoffes, welcher gleichsam auf der Gränze steht zwischen den zwei Abtheilungen von Beidüngern, die ich aufgestellt habe, nämlich zwischen denjenigen, welche direkt zur Ernährung beitragen, und denjenigen, welche die Absorption von assimilirbaren Stoffen nur vermitteln und außerdem die physikalische Beschaffenheit des Bodens zu verbessern im Stande sind. Der Gips wird nicht unmittelbar von der Pflanze aufgenommen, nur ein Bestandtheil desselben geht zuweilen in den vegetabilischen Organismus über, während der andere, zum großen Theile wenigstens, eine vermittelnde Rolle zu spielen scheint.

dieser Versuche beziehen sich aber auf zwei Schnitte, die an Gewicht im grünen, wie im trocknen Zustande fast ganz übereinstimmten.

Ich enthalte mich hier vorläufig aller Bemerkungen über die mitgetheilten Versuche und richte zunächst meine Aufmerksamkeit auf die Wirkung des Gipses bei anderen Pflanzen, wie solche durch die Erfahrung und direkte Versuche bekannt geworden ist. In den Gegenden, wo die Luzerne als Futtergewächs gedeiht, hat man ebenfalls die Beförderung der Vegetation dieser Pflanze bei Anwendung von Gips deutlich beobachten können. Aehnlich verhalten sich auch die Wicken und besonders die Erbsen gegen das in Rede stehende Düngmittel; jedoch muß man beachten, daß der Gips hier wie überall hauptsächlich die Blattbildung begünstigt und nicht in gleich hohem Grade auf die Vergrößerung des Körnerertrages einzuwirken scheint; ob der Gips auf die Erbsen den nachtheiligen Einfluß äußert, daß sie sich nicht gut weichkochen lassen, darüber liegen mir nicht hinreichende Beobachtungen und Erfahrungen vor. Auf dem Rittergute Brösa ist die Gipsdüngung bei Erbsen, hinsichtlich des Stroh- oder Heuertrages, nicht ganz ohne Wirkung geblieben und zwar im Jahre 1848 unter ganz ähnlichen Boden- und denselben Witterungsverhältnissen, unter welchen dieses Düngmittel bei dem Klee sich weniger wirksam zeigte. Die Resultate der mit Erbsen angestellten Versuche sind nämlich die folgenden:

Nr.	Menge des Gipses auf 1 Hectare.	Ernte auf 1 Hectare		Differenz.	
		Körner.	Stroh und Spreu.	Körner.	Stroh.
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
1.	—	1600	2050	1600	2050
2.	700	1370	2500	— 230	+ 450
3.	1400	1950	2900	+ 350	+ 900
4.	700 / 250 Asche	1420	2150	— 180	+ 100

Der Boden war ein sandiger Lehm mit durchlassendem Untergrunde, die Vorfrucht Hafer; das Feld wurde im Herbste tief geackert und blieb den Winter über in rauher Furche liegen, im Frühjahr wurde mit Schafdünger (10800 Kil. auf 1 Hectare) gedüngt, der Dünger flach untergepflügt und die Erbsen am 30. April mit der Krümmeregge untergebracht, der Gips am 11. Mai über die jungen Pflanzen ausgestreut. Vom 30. April bis zum 19. Mai hatte es nicht geregnet, jedoch war häufig starker Thau gefallen. Auffallend ist, daß bei Nr. 1 der Dresdner Scheffel (oder 0,931 Hectol.) ein Gewicht von 192 Pfd., bei Nr. 2 von 188, bei Nr. 3 von 163 und bei Nr. 4 von 189 Pfd. hatte; es nimmt also das Gewicht eines bestimmten

Nr.		Heu von 1 Hectare.	Samen von 1 Hectare.	Gewicht der ganzen Ernte.	Verhältniß des Heues zu dem Samen.
		Kil.	Kil.	Kil.	
1.	Nicht gegipst; Ackerkrume 1 M. tief	3662	457	4119	100 : 12,5
	Gegipst, im April 1794 . . .	5959	635	6594	100 : 10,7
	Differenz	2297	178	2475	
2.	Nicht gegipst; Ackerkrume weniger tief	3018	268	3286	100 : 8,9
	Gegipst, im April 1792 . . .	4780	414	5194	100 : 8,7
	Differenz	1762	146	1908	
3.	Nicht gegipst; Ackerkrume 8 Centimeter tief	2256	72	2328	100 : 3,2
	Gegipst, am 17. Mai 1794 . .	5323	230	5553	100 : 4,3
	Differenz	3067	158	3225	
4.	Angrenzendes Land von derselben Beschaffenheit, wie Nr. 3; im Mai 1792 gegipst	4702	224	4926	100 : 4,8
	Differenz	2446	152	2598	

Unter ähnlichen Bodenverhältnissen und in denselben Jahren wurden auch Versuche mit weißem Klee ausgeführt; der Gips wurde am 22. Mai ausgestreut, und zwar 5,38 Hectol. auf 1 Hectare. Der Klee hatte zu dieser Zeit ein sehr blasses Aussehen und es schien ihm an Kraft zu fehlen; 14 Tage später waren die Wirkungen des Gipses sichtbar, und obgleich während dieser Zeit kein Regen gefallen war, hatte der Klee sich doch so dicht bebuscht, um gegen die Einwirkung der Sonne geschützt zu sein, welche fast alle nicht gegipsten Theile des Feldes versengte.

Nr.	Versuche.	Heu auf 1 Hectare.	Samen auf 1 Hectare.	Gesammtgewicht der Ernte.	Verhältniß des Heues zum Samen.
		Kil.	Kil.	Kil.	
1.	Gegipst	2429	347	2776	100 : 14,3
	Nicht gegipst	915	61	976	100 : 6,7
	Differenz	1514	286	1800	
2.	Gegipst	2476	190	2686	100 : 7,6
	Nicht gegipst	1545	67	1612	100 : 4,3
	Differenz	931	123	1074	

Auch bei anderen in neuerer Zeit in England ausgeführten und von Johnston mitgetheilten zahlreichen Versuchen hat sich der Ertrag der Esparsette und des Klees durch die Anwendung des Gipses bis über das Doppelte,

von 75 Kil., während ohne Gips auf einer gleich großen Fläche ebenfalls im Mittel aus zwei nahe übereinstimmenden Versuchen 83 Kil. geerntet wurden. Die meisten Erfahrungen stimmen dahin überein, daß der Gips gegen das Wachsthum der Knollengewächse sich indifferent verhält, wenigstens die Erträge derselben nur unbedeutend zu modificiren vermag. Das Letztere scheint auch aus den Resultaten einiger im Elsaß im Jahre 1842 von Boussingault mit Runkelrüben ausgeführten Versuche sich zu ergeben. Die Pflanzen der Runkelrüben wurden zu der geeigneten Zeit gesteckt und begossen, der Gips zur Zeit des Häufelns angewendet; der Regen war häufig und kurze Zeit nach dem Ausstreuen der Gips von dem Boden aufgenommen; die Ernte erfolgte am 8. October, 3 Monate nach dem Gipsen; der auf 2,44 Are gewonnene Ertrag war: im gegipsten Schlage 690 Kil. (also auf 1 Hectare 28290 Kil.), im nicht gegipsten Schlage dagegen 650 Kil. (also auf 1 Hectare 26650 Kil.) Wurzeln, der Unterschied zu Gunsten des gegipsten Feldes mithin unbedeutend. In Schottland sah Melvin auf einem braunen, milden Turnipsboden durch Aufbringung von 376 Kil. Gips neben etwa 50,000 Kil. Hofmist pr. Hectare den Ertrag der Turnipsernte von 46,930 Kil. (erhalten durch Hofmist allein) um 2964 Kil. sich vergrößern.

Die Frage, ob der Gips das Gedeihen der Halmfrüchte, der gewöhnlichen Getreidearten, zu fördern und die Ernteerträge bei diesen Pflanzen zu vermehren im Stande sei, hat zu der Ausführung einer Reihe von interessanten Versuchen Veranlassung gegeben. Die im Folgenden zunächst mitgetheilten Versuche wurden im Jahr 1842 auf Feldern angestellt, welche für jede Kultur eine Oberfläche von etwa 4 Aren darboten, und hierbei alle Vorsichtsmaßregeln angewendet, um die Beobachtungen vergleichbar zu machen. Es war das für jede Kultur getrennte Feld in drei neben einander liegende Beete abgetheilt; das erste Beet A erhielt den Gips immer in dem Verhältniß von 4 Hectoliter (etwa 400 Kil.) auf 1 Hectare; das zweite B und das dritte C wurden nicht gegipst. Jedes Beet wurde mit der gleichen Menge Samen bestellt; A und C waren die Beete, welche mit einander verglichen werden sollten, das zwischenliegende B war ein neutrales Terrain, nur dazu bestimmt, die Berührung der gegipsten Fläche mit der nicht gegipsten zu vermeiden. 1842 wurde die Wirkung des Gipses auf Weizen untersucht; der Gips wurde am 19. Mai ausgestreut, zu welcher Zeit die Getreidefelder ein schönes Aussehen hatten, die Ernte erfolgte vom 21. bis 26. Juli.

Nr.	Menge des angewendeten Gipses auf 1 Hectare.	Kleeernte auf 1 Hectare.		Differenz.	
		Grün.	Trocken.	Grün.	Trocken.
1848.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
Nr. 1.	—	13500	—	13500	—
„ 2.	700	12500	—	— 1000	—
„ 3.	1400	14000	—	+ 500	—
„ 4.	700 / 250 Asche	13000	—	— 500	—
1849.					
Nr. 5.	—	8000	2200	8000	2200
„ 6.	300	10000	2600	+ 2000	+ 400
„ 7.	600	10000	2600	+ 2000	+ 400
„ 8.	300	11000	2900	+ 3000	+ 700
„ 9.	—	24000	6300	24000	6300
„ 10.	300	27500	7200	+ 3500	+ 900
„ 11.	600	26800	7050	+ 2800	+ 750
„ 12.	600	25500	6700	+ 1500	+ 400
„ 13.	1200	24700	6500	+ 700	+ 200

Die Versuche beziehen sich sämmtlich auf Klee, welchem Thimotheegras beigesäet war; die Versuche 5 bis 8 sind mit weißem Klee, die übrigen mit rothem Klee angestellt worden; bei Nr. 8, wie auch bei Nr. 12 und 13 war gebrannter Gips, sonst durchgängig ungebrannter angewendet worden; bei dem weißen Klee gab ein anderer Versuch mit gebranntem Gips einen niedrigeren Ertrag, als in dem Versuch Nr. 8 angegeben ist. In der Versuchsreihe Nr. 1 bis 4 war der Boden ein feuchter Lehm mit thonigem, ziemlich undurchlassendem Untergrunde; als Vorfrucht war Winterroggen gebaut, der Gips am 11. Mai ausgestreut und der Klee am 19. Juni in der Blüthe geschnitten; der zweite Schnitt fiel wegen trockener Witterung sehr kärglich aus und wurde nicht gewogen. Dem Klee auf Nr. 5 bis 8 war Hafer (nach gedüngten Kartoffeln) als Vorfrucht vorausgegangen, auf Nr. 6 und 7 war der Gips am 14. April, auf Nr. 8 erst am 1. Mai ausgestreut, die Ernte am 2. Juni gemacht worden. Der zweite Schnitt unterblieb wegen des ungünstigen Nachwuchses. Zu den Versuchen Nr. 5 bis 8 diente ein sandiger Lehmboden mit durchlassendem Untergrunde. Auf Nr. 9 bis 13 war der Klee nach Weizen auf einem tiefen, reichen Lehmboden gebaut worden, wozu mit Rindviehdünger (35000 Kil. pr. Hectare) und mit Kalk (1500 Kil. pr. Hectare) gedüngt worden war; der Kalk war jedoch nicht gleichzeitig mit dem Dünger untergepflügt, sondern erst bei der Saat des Weizens mit dem Samen eingeeggt. Der Gips zu Nr. 10 und 11 war am 14. April, zu 12 und 13 am 1. Mai ausgestreut und die Ernte des ersten Schnittes geschah am 9. Juni. Die oben zusammengestellten Resultate

und im Jahre 1846, als Kuhlmann auf derselben Wiese auf einer gleichen Fläche dieselbe Menge Gips aufbringen ließ, erhielt er an Heu nur 3103 Kil., während ohne Gips 3519 Kil. Heu geerntet wurden. Dennoch wäre es nicht zulässig, wenn man unter allen Umständen das Gipsen der Wiesen als geradezu unnütz widerrathen wollte; im Gegentheil hat man in England auf Grasländereien, welche trocken lagen und milden lockeren Boden mit durchlassendem Untergrunde hatten, sehr gute Erfolge gesehen, namentlich wenn das vorhandene Moos vorher war losgeeggt worden; statt des Mooses stellten sich bald Kleepflanzen in Menge und Ueppigkeit ein. Es wurden auf Grasland, dessen Boden als hellbrauner Lehm bezeichnet wird, von Alex. Kei einige Versuche ausgeführt und auf der Fläche eines Hectare die folgenden Erträge gewonnen:

		Menge des Düngmittels.	Ernteertrag an Heu.	Mehrertrag durch den Dunger bewirkt.
		Kil.	Kil.	Kil.
1.	Nichts	—	4448	—
2.	Gips	864	5081	633
3	Saldanha Bai-Guano	494	5204	756
4.	Saldanha Bai-Guano Gips	247 494	5807	1359
5.	Thierische Kohle	440	4940	492
6.	Thierische Kohle Gips	247 370	5478	1030
7.	Kochsalz	1112	4824	376
8.	Kochsalz Gips	494 494	5064	616

Die Düngmittel wurden am 14. April über das junge Gras ausgestreut, das Gras am 3. Juli geschnitten und das Heu am 15. Juli gewogen. Man bemerkt überall eine deutliche, wenn auch nicht sehr auffallende Wirkung des Gipses. Auf zähem, thonigem Boden hat man selten von dem Gipsen der Wiesen oder Grasländereien einen günstigen Erfolg beobachtet, wie auch die vorher erwähnten Resultate der Kuhlmann'schen Versuche bestätigen: in der Nähe von Edinburgh erntete Melvin ohne Gips von der Fläche eines Hectare Grasland 3712 Kil. Heu, nach Anwendung von 550 Kil. Gips nur 3222 Kil. auf einem Boden, der einen zähen, undurchlassenden Thonstein als Unterlage hatte.

Auch in Frankreich haben die Landwirthe von dem Gipsen gewisser Wiesen und Grasländereien günstige Erfolge erhalten, wie namentlich aus einem Berichte der Centralgesellschaft für Agrikultur hervorgeht, nach welchem nämlich von 43 hierüber befragten anerkannt tüchtigen Landwirthen 40 Stimmen

Volumens der Erbsen ab, so wie die Produktion an Blättern und Stengeln sich vermehrt.

Der Einfluß des Gipses auf die Wicken- und Bohnenernten wurde im Jahre 1843 in Schottland in verschiedenen Versuchen beobachtet:

		Menge des Düngers auf 1 Hectare.	Gewicht der grünen Ernte.	Differenz zwischen dem gegipsten u. ungegipsten Lande.
		Kil.	Kil.	Kil.
1.	Nichts gab	—	10868	
	Gips	232	12498	1630
2.	Nichts gab	—	11876	
	Gips	208	14869	2993
3.	Nichts gab	—	16796	
	Gips	1106	23341	6545

Der Versuch Nr. 1 bezieht sich auf ein Gemenge von Wicken und Hafer und wurde in einem milden, schwarzen Boden angestellt, welcher auf einem sehr undurchlassenden Untergrunde ruhte; die Ueberdüngung fand am 8. Juni und die Ernte am 28. September statt. Der Boden zu Nr. 2 war tief und reich, mit durchlassendem Untergrunde und von Natur trocken; Bohnen und Wicken waren gesäet in dem Verhältniß von 1 zu 3, die Ueberdüngung wurde am 6. Juni vorgenommen bei feuchter Witterung. Zu dem Versuche Nr. 3 diente ein sandiger leichter Lehmboden; Wicken, Bohnen und Erbsen wurden unter einander am 26. April gesäet., am 22. Mai überdüngt und zwischen dem 26. August und 6. September geerntet.

Die Wirkung des Gipses ist bei dem Raps, Rübsen, Senf den Kohlarten ꝛc. ungleich geringer, als bei den bisher genannten Pflanzen, in der Regel sogar undeutlich selbst auf Ländereien und in Gegenden, wo das Gedeihen des Klees, der Esparsette, Erbsen und der Luzerne durch das Ueberstreuen mit Gipspulver auffallend befördert wird. Ebensowenig hat man einen deutlichen oder constant günstigen Einfluß des Gipses beobachtet bei der Kultur der Wurzelgewächse, der Kartoffeln, Runkelrüben, Turnips ꝛc., obgleich man zuweilen auch bei diesen Pflanzen von der Gipsdüngung günstige Resultate erhalten hat. So lieferten nach Johnston in England bei einem Versuche die gegipsten Kartoffeln einen um ein Drittel höheren Ertrag als die nicht gegipsten, und jene hatten überhaupt größere Knollen gebildet, während man an den wachsenden Pflanzen keinen Unterschied bemerken konnte. Ich selbst habe bei den Kartoffeln von dem Gipse keinen günstigen Einfluß beobachten können, denn im Mittel aus zwei im Jahre 1848 angestellten Versuchen hatte ich von einer Fläche, auf welcher die Kartoffeln in Rindviehdünger und Gips gelegt worden waren, eine Ernte

von 75 Kil., während ohne Gips auf einer gleich großen Fläche ebenfalls im Mittel aus zwei nahe übereinstimmenden Versuchen 83 Kil. geerntet wurden. Die meisten Erfahrungen stimmen dahin überein, daß der Gips gegen das Wachsthum der Knollengewächse sich indifferent verhält, wenigstens die Erträge derselben nur unbedeutend zu modificiren vermag. Das Letztere scheint auch aus den Resultaten einiger im Elsaß im Jahre 1842 von Boussingault mit Runkelrüben ausgeführten Versuche sich zu ergeben. Die Pflanzen der Runkelrüben wurden zu der geeigneten Zeit gesteckt und begossen, der Gips zur Zeit des Häufelns angewendet; der Regen war häufig und kurze Zeit nach dem Ausstreuen der Gips von dem Boden aufgenommen; die Ernte erfolgte am 8. October, 3 Monate nach dem Gipsen; der auf 2,44 Are gewonnene Ertrag war: im gegipsten Schlage 690 Kil. (also auf 1 Hectare 28290 Kil.), im nicht gegipsten Schlage dagegen 650 Kil. (also auf 1 Hectare 26650 Kil.) Wurzeln, der Unterschied zu Gunsten des gegipsten Feldes mithin unbedeutend. In Schottland sah Melvin auf einem braunen, milden Turnipsboden durch Aufbringung von 376 Kil. Gips neben etwa 50,000 Kil. Hofmist pr. Hectare den Ertrag der Turnipsernte von 46,930 Kil. (erhalten durch Hofmist allein) um 2964 Kil. sich vergrößern.

Die Frage, ob der Gips das Gedeihen der Halmfrüchte, der gewöhnlichen Getreidearten, zu fördern und die Ernteerträge bei diesen Pflanzen zu vermehren im Stande sei, hat zu der Ausführung einer Reihe von interessanten Versuchen Veranlassung gegeben. Die im Folgenden zunächst mitgetheilten Versuche wurden im Jahr 1842 auf Feldern angestellt, welche für jede Kultur eine Oberfläche von etwa 4 Aren darboten, und hierbei alle Vorsichtsmaßregeln angewendet, um die Beobachtungen vergleichbar zu machen. Es war das für jede Kultur getrennte Feld in drei neben einander liegende Beete abgetheilt; das erste Beet A erhielt den Gips immer in dem Verhältniß von 4 Hectoliter (etwa 400 Kil.) auf 1 Hectare; das zweite B und das dritte C wurden nicht gegipst. Jedes Beet wurde mit der gleichen Menge Samen bestellt; A und C waren die Beete, welche mit einander verglichen werden sollten, das zwischenliegende B war ein neutrales Terrain, nur dazu bestimmt, die Berührung der gegipsten Fläche mit der nicht gegipsten zu vermeiden. 1842 wurde die Wirkung des Gipses auf Weizen untersucht; der Gips wurde am 19. Mai ausgestreut, zu welcher Zeit die Getreidefelder ein schönes Aussehen hatten, die Ernte erfolgte vom 21. bis 26. Juli.

mlich scharf gebrannt worden ist. Da der gebrannte Gips von dem unge-
innten sich nur durch die Abwesenheit des Wassers unterscheidet und dieser
iterschied in Berührung mit der Feuchtigkeit der Luft und des Erdbodens
eder gehoben wird, so kann in der Wirkung jener Stoffe als Düngmittel
n wesentlicher Unterschied stattfinden, wie auch durch die Resultate älterer
d neuerer Versuche hinreichend bestätigt wird. Bei einem Versuche hatte
gebrannte Gips allerdings im ersten Jahre eine etwas bessere Wirkung
der ungebrannte hervorgebracht, aber in den drei darauf folgenden Jahren
ır kein Unterschied weiter zu bemerken. Viele Landwirthe ziehen den rohen
ps dem gebrannten vor, indem sie befürchten, daß der letztere wegen einer
meintlich ätzenden Beschaffenheit und den Boden austrocknenden Eigenschaft
f das Wachsthum der Pflanzen nicht so günstig einwirken möchte; diese
fürchtung ist jedoch, wie ich glaube, eine überflüssige, denn die erwähnten
genschaften, wenn sie auch wirklich vorhanden wären, können bei einer ver-
ltnißmäßig so geringen Quantität, wie von diesem Düngmittel angewendet
rd, nicht nachtheilig wirken. Es ist jedoch möglich, daß durch den gebrann-
ı Gips zuweilen ein Zusammenbacken des Bodens veranlaßt und auf dessen
berfläche eine feste Kruste gebildet wird, wodurch für die Vegetation ein
chanisches Hinderniß entsteht.

Eine andere wichtige Frage, deren Lösung wir zunächst in der praktischen
fahrung suchen müssen, ist die, zu **welcher Jahreszeit und unter**
elchen Witterungsverhältnissen man den Gips anzuwen-
n hat. Ueber die Zeit des Ausstreuens des Gipses herrschen im Ganzen
niger abweichende Ansichten bei den Landwirthen, als dieses bei der Fest-
llung von anderen bei der Anwendung des Gipses in Erwähnung kommen-
ı Punkten der Fall ist. Die meisten Erfahrungen sprechen dafür, daß der
die größte Wirkung hervorbringt, wenn er mit den jungen Blättern der
nden Pflanze in Berührung kommt; der Gips wäre demnach erst dann
ıen, wenn der junge Klee so weit entwickelt ist, daß er den Boden
handhoch ist, und seine Blätter schon vom Winde bewegt werden,
für das mittlere Deutschland meistens Ende April oder An-
Nur ausnahmsweise und in einzelnen Gegenden empfiehlt
streuen des Gipses; so hat man in Eldena bei dem
Frühjahr, selbst auf den Schnee, den besten Er-
des ersten Jahres auf den jungen Klee ausge-
en Schriftstellern eine sichere, aber etwas
ls wenn er, wie gewöhnlich, im Frühjahr
wird. Die Anwendung des Gipses
günstigen Boden- und Witterungs-

denbeschaffenheit in England scheint die Wirkung des Gipses ganz besonders zu begünstigen, und aus diesem Grunde finden wir auch die Angaben der englischen Schriftsteller über die Wirkung des Gipses sehr hoch. So bemerkt Johnston, er hege die Ueberzeugung, daß der Gips bereits im ersten Jahre das Zwölffache seines Gewichts an Kleeheu producire; bei der Esparsette und Luzerne sei er aber zufrieden, wenn er nur in 3 auf einander folgenden Jahren dieses Gewicht erlange, und bei den letztgenannten Pflanzen habe er gewöhnlich gefunden, daß der zweite Jahreswuchs schwerer sei, als der gleich nach der Düngung. Bei uns in Deutschland ist nicht ein so günstiger Erfolg nach Anwendung des Gipses beobachtet worden, wie in England und zum Theil auch in Frankreich; die Mehrzahl unserer landwirthschaftlichen Schriftsteller berechnen den durch Gips bewirkten Mehrertrag im Klee unter günstigen Verhältnissen zwar auf 40 bis 50 Prc. der ganzen Ernte, im großen Durchschnitt aber nur auf 25 Prc., während man die mittelbare Wirkung auf die nachfolgende Frucht auf 6 bis 8 Prc. oder doch nur wenig höher veranschlagt.

Die so eben einem englischen Autor entlehnte Bemerkung, daß die Wirkung des Gipses bis zu dem Zwölffachen seines eigenen Gewichtes und darüber sich erhebe, bezieht sich natürlich auf eine bestimmte Gewichtsmenge, welche in der Regel von diesem Düngmittel in England angewendet wird und etwa 225 bis 300 Kil. für die Fläche eines Hectare beträgt. Die genannte Quantität, oder doch nur eine wenig höhere bis zu 400 oder höchstens 500 Kil. scheint auch für Frankreich und ebenfalls für Deutschland das der Erfahrung gemäß passendste Mengenverhältniß zu sein, in welchem der Gips anzuwenden sein möchte. In den oben mitgetheilten Versuchen zeigte die Anwendung der hier empfohlenen Quantität von Gips, nämlich 3 bis 400 Kil. für ein Hectare, die größte Wirkung bei der Kultur von Klee und von Esparsette, während 600 bis 800 Kil. auf dieselbe Fläche ausgestreut nicht nur keinen höheren Ertrag, sondern sogar eine Verminderung der durch jene Gipsmenge hervorgebrachten Pflanzenmasse bewirkt haben

In Hinsicht der Quantität des anzuwendenden Gipses ist es nicht gleichgültig, ob der Gips im gebrannten oder im ungebrannten Zustande auf den Acker gebracht wird; denn bei gleichem Gewichte ist im gebrannten Gips eine größere Menge von wirksamer Substanz enthalten als in dem ungebrannten, da der letztere ein Fünftel seines Gewichtes oder ungefähr 20 Prc. Wasser enthält, welches beim Brennen entfernt wird. Je nachdem der gebrannte Gips längere oder kürzere Zeit an der Luft gelegen hat, hat er in der Regel sich auch mehr oder weniger mit Wasser wieder gesättigt, vollkommen erfolgt dieses gewöhnlich nur langsam, namentlich wenn der Gips

emlich scharf gebrannt worden ist. Da der gebrannte Gips von dem unge-
annten sich nur durch die Abwesenheit des Wassers unterscheidet und dieser
nterschied in Berührung mit der Feuchtigkeit der Luft und des Erdbodens
ieder gehoben wird, so kann in der Wirkung jener Stoffe als Düngmittel
in wesentlicher Unterschied stattfinden, wie auch durch die Resultate älterer
id neuerer Versuche hinreichend bestätigt wird. Bei einem Versuche hatte
r gebrannte Gips allerdings im ersten Jahre eine etwas bessere Wirkung
s der ungebrannte hervorgebracht, aber in den drei darauf folgenden Jahren
ar kein Unterschied weiter zu bemerken. Viele Landwirthe ziehen den rohen
ips dem gebrannten vor, indem sie befürchten, daß der letztere wegen einer
rmeintlich ätzenden Beschaffenheit und den Boden austrocknenden Eigenschaft
if das Wachsthum der Pflanzen nicht so günstig einwirken möchte; diese
efürchtung ist jedoch, wie ich glaube, eine überflüssige, denn die erwähnten
igenschaften, wenn sie auch wirklich vorhanden wären, können bei einer ver-
iltnißmäßig so geringen Quantität, wie von diesem Düngmittel angewendet
irb, nicht nachtheilig wirken. Es ist jedoch möglich, daß durch den gebrann-
n Gips zuweilen ein Zusammenbacken des Bodens veranlaßt und auf dessen
berfläche eine feste Kruste gebildet wird, wodurch für die Vegetation ein
echanisches Hinderniß entsteht.

Eine andere wichtige Frage, deren Lösung wir zunächst in der praktischen
rfahrung suchen müssen, ist die, zu welcher Jahreszeit und unter
elchen Witterungsverhältnissen man den Gips anzuwen-
en hat. Ueber die Zeit des Ausstreuens des Gipses herrschen im Ganzen
eniger abweichende Ansichten bei den Landwirthen, als dieses bei der Fest-
ellung von anderen bei der Anwendung des Gipses in Erwähnung kommen-
en Punkten der Fall ist. Die meisten Erfahrungen sprechen dafür, daß der
ips die größte Wirkung hervorbringt, wenn er mit den jungen Blättern der
treffenden Pflanze in Berührung kommt; der Gips wäre demnach erst dann
uszustreuen, wenn der junge Klee so weit entwickelt ist, daß er den Boden
icht bedeckt, handhoch ist, und seine Blätter schon vom Winde bewegt werden,
elcher Zeitpunkt für das mittlere Deutschland meistens Ende April oder An-
ing Mai eintritt. Nur ausnahmsweise und in einzelnen Gegenden empfiehlt
an ein zeitigeres Ausstreuen des Gipses; so hat man in Eldena bei dem
usstreuen im ganz zeitigen Frühjahr, selbst auf den Schnee, den besten Er-
lg bemerkt; auch im Herbste des ersten Jahres auf den jungen Klee ausge-
reut, soll der Gips nach einigen Schriftstellern eine sichere, aber etwas
hwächere Wirkung hervorbringen, als wenn er, wie gewöhnlich, im Frühjahr
it den Pflanzen in Berührung gebracht wird. Die Anwendung des Gipses
ach dem ersten Schnitt zeigt nur unter sehr günstigen Boden- und Witterungs-

denbeschaffenheit in England scheint die Wirkung des Gipses ganz besonders zu begünstigen, und aus diesem Grunde finden wir auch die Angaben der englischen Schriftsteller über die Wirkung des Gipses sehr hoch. So bemerkt Johnston, er hege die Ueberzeugung, daß der Gips bereits im ersten Jahre das Zwölffache seines Gewichts an Kleeheu producire; bei der Esparsette und Luzerne sei er aber zufrieden, wenn er nur in 3 auf einander folgenden Jahren dieses Gewicht erlange, und bei den letztgenannten Pflanzen habe er gewöhnlich gefunden, daß der zweite Jahreswuchs schwerer sei, als der gleich nach der Düngung. Bei uns in Deutschland ist nicht ein so günstiger Erfolg nach Anwendung des Gipses beobachtet worden, wie in England und zum Theil auch in Frankreich; die Mehrzahl unserer landwirthschaftlichen Schriftsteller berechnen den durch Gips bewirkten Mehrertrag im Klee unter günstigen Verhältnissen zwar auf 40 bis 50 Prc. der ganzen Ernte, im großen Durchschnitt aber nur auf 25 Prc., während man die mittelbare Wirkung auf die nachfolgende Frucht auf 6 bis 8 Prc. oder doch nur wenig höher veranschlagt.

Die so eben einem englischen Autor entlehnte Bemerkung, daß die Wirkung des Gipses bis zu dem Zwölffachen seines eigenen Gewichtes und darüber sich erhebe, bezieht sich natürlich auf eine bestimmte Gewichtsmenge, welche in der Regel von diesem Düngmittel in England angewendet wird und etwa 225 bis 300 Kil. für die Fläche eines Hectare beträgt. Die genannte Quantität, oder doch nur eine wenig höhere bis zu 400 oder höchstens 500 Kil. scheint auch für Frankreich und ebenfalls für Deutschland das der Erfahrung gemäß passendste Mengenverhältniß zu sein, in welchem der Gips anzuwenden sein möchte. In den oben mitgetheilten Versuchen zeigte die Anwendung der hier empfohlenen Quantität von Gips, nämlich 3 bis 400 Kil. für ein Hectare, die größte Wirkung bei der Kultur von Klee und von Esparsette, während 600 bis 800 Kil. auf dieselbe Fläche ausgestreut nicht nur keinen höheren Ertrag, sondern sogar eine Verminderung der durch jene Gipsmenge hervorgebrachten Pflanzenmasse bewirkt haben

In Hinsicht der Quantität des anzuwendenden Gipses ist es nicht gleichgültig, ob der Gips im gebrannten oder im ungebrannten Zustande auf den Acker gebracht wird; denn bei gleichem Gewichte ist im gebrannten Gips eine größere Menge von wirksamer Substanz enthalten als in dem ungebrannten, da der letztere ein Fünftel seines Gewichtes oder ungefähr 20 Prc. Wasser enthält, welches beim Brennen entfernt wird. Je nachdem der gebrannte Gips längere oder kürzere Zeit an der Luft gelegen hat, hat er in der Regel sich auch mehr oder weniger mit Wasser wieder gesättigt, vollkommen erfolgt dieses gewöhnlich nur langsam, namentlich wenn der Gips

ziemlich scharf gebrannt worden ist. Da der gebrannte Gips von dem ungebrannten sich nur durch die Abwesenheit des Wassers unterscheidet und dieser Unterschied in Berührung mit der Feuchtigkeit der Luft und des Erdbodens wieder gehoben wird, so kann in der Wirkung jener Stoffe als Düngmittel kein wesentlicher Unterschied stattfinden, wie auch durch die Resultate älterer und neuerer Versuche hinreichend bestätigt wird. Bei einem Versuche hatte der gebrannte Gips allerdings im ersten Jahre eine etwas bessere Wirkung als der ungebrannte hervorgebracht, aber in den drei darauf folgenden Jahren war kein Unterschied weiter zu bemerken. Viele Landwirthe ziehen den rohen Gips dem gebrannten vor, indem sie befürchten, daß der letztere wegen einer vermeintlich ätzenden Beschaffenheit und den Boden austrocknenden Eigenschaft auf das Wachsthum der Pflanzen nicht so günstig einwirken möchte; diese Befürchtung ist jedoch, wie ich glaube, eine überflüssige, denn die erwähnten Eigenschaften, wenn sie auch wirklich vorhanden wären, können bei einer verhältnißmäßig so geringen Quantität, wie von diesem Düngmittel angewendet wird, nicht nachtheilig wirken. Es ist jedoch möglich, daß durch den gebrannten Gips zuweilen ein Zusammenbacken des Bodens veranlaßt und auf dessen Oberfläche eine feste Kruste gebildet wird, wodurch für die Vegetation ein mechanisches Hinderniß entsteht.

Eine andere wichtige Frage, deren Lösung wir zunächst in der praktischen Erfahrung suchen müssen, ist die, zu welcher Jahreszeit und unter welchen Witterungsverhältnissen man den Gips anzuwenden hat. Ueber die Zeit des Ausstreuens des Gipses herrschen im Ganzen weniger abweichende Ansichten bei den Landwirthen, als dieses bei der Feststellung von anderen bei der Anwendung des Gipses in Erwähnung kommenden Punkten der Fall ist. Die meisten Erfahrungen sprechen dafür, daß der Gips die größte Wirkung hervorbringt, wenn er mit den jungen Blättern der betreffenden Pflanze in Berührung kommt; der Gips wäre demnach erst dann auszustreuen, wenn der junge Klee so weit entwickelt ist, daß er den Boden dicht bedeckt, handhoch ist, und seine Blätter schon vom Winde bewegt werden, welcher Zeitpunkt für das mittlere Deutschland meistens Ende April oder Anfang Mai eintritt. Nur ausnahmsweise und in einzelnen Gegenden empfiehlt man ein zeitigeres Ausstreuen des Gipses; so hat man in Eldena bei dem Ausstreuen im ganz zeitigen Frühjahr, selbst auf den Schnee, den besten Erfolg bemerkt; auch im Herbste des ersten Jahres auf den jungen Klee ausgestreut, soll der Gips nach einigen Schriftstellern eine sichere, aber etwas schwächere Wirkung hervorbringen, als wenn er, wie gewöhnlich, im Frühjahr mit den Pflanzen in Berührung gebracht wird. Die Anwendung des Gipses nach dem ersten Schnitt zeigt nur unter sehr günstigen Boden- und Witterungs-

verhältnissen einen vortheilhaften Einfluß. Ferner soll auch die Samendüngung mit Gips bei dem Klee und bei den Erbsen günstige Resultate gewähren; die Erbsen und die Kleesamen gingen bei einem Versuche etwas später auf, als gewöhnlich, entwickelten sich aber dann um so üppiger und kräftiger. Die Methode, den Samen von Klee und Erbsen vor dem Ausstreuen mit Gipslösung zu tränken, soll in Livland sehr üblich sein. Die in Tharand von *Schweitzer* ausgeführten Versuche über die zweckmäßigste Zeit zum Ausstreuen des Gipses fielen zu Gunsten der gewöhnlichen Zeit, Anfang Mai, aus, indem auf drei gleich großen Parzellen, von denen die erste am 7. März, die zweite am 18. April und die dritte am 1. Mai mit Gips bestreut worden war, die Ernte an Grünfutter sich verhielt wie 802 zu 864 zu 976.

Wie man über die Zeit des Gipsstreuens im Allgemeinen einerlei Ansicht ist, so hat man sich auch durch zahlreiche Erfahrungen überzeugt, daß, wenn das Ausstreuen bei warmer, feuchter Witterung erfolgt, die Wirkung weit günstiger ist, als bei kalter, nasser oder zu trockener Luft. *Schweitzer* sagt: „Am günstigsten ist die Aufbringung des Gipses, wenn im Frühjahr jene milden, grauen Frühlingstage mit warmen Nächten sich einstellen, wo die Sonne nur dann und wann das Gewölk durchdringt und bisweilen jene sanften, milden Regenschauer kommen, die der Landmann sehr bezeichnend sittsam nennt, aber nicht etwa anhaltende, kalte, heftige Regengüsse, die offenbar die Wirkung des Gipses mindern.“ Auch in England hat man es in vielen Versuchen bestätigt gefunden, daß das Ausstreuen des Gipses bei feuchtem Wetter von großem Vortheil ist; der Klee wird nicht allein beträchtlich höher, sondern auch dichter, bekommt eine tiefere und glänzendere Farbe und ein breiteres Blatt.

Von besonders großem Einfluß auf den Grad der Wirkung einer Gipsdüngung ist die *chemische* und noch mehr die *physikalische Beschaffenheit des Bodens*. Wo schon unter den Bestandtheilen der Ackerkrume der Gips vorhanden ist, da wird die weitere Aufbringung dieses Stoffes nur von geringem und zuweilen von gar keinem Nutzen sein; dahingegen auf kalkhaltigem, selbst auf trockenem Kalk- und Kreideboden ist die günstige Wirkung des Gipses noch deutlich, sogar manchmal ganz in der Nähe von Gipsbrüchen, indem oft schon wenige Schritte von denselben entfernt die Ackerkrume keineswegs Gips in bedeutender Menge enthält. Daß ferner der Gips auf Bodenarten, welche an sich schon zum Anbau der Früchte, auf welche der Gips vorzugsweise günstig einwirkt, ungeeignet sind, auf dürrem Sand- und nassem, kaltgründigem Thonboden — seine Wirkung versagt, versteht sich von selbst. Alle Erfahrungen kommen darin überein, daß unter

einem nicht zu trockenen Klima ein lehmiger Sand oder ein sandiger Lehmboden mit durchlassendem Untergrund die Wirkung des Gipses am auffallendsten unterstützt, indem auf einem solchen Boden kein stehendes Wasser sich bildet, welches außerordentlich schädlich auf das Gedeihen der kleeartigen Pflanzen einwirkt; auf einem zähen, kalten Thonboden, oder einem Lehmboden mit undurchlassendem Untergrunde bemerkt man in der Regel gar keine Wirkung des Gipses, zuweilen sogar negative Resultate, eine Erscheinung, welche wie in Deutschland, so auch in England und Nordamerika fast allgemein beobachtet worden ist. In dem zuletzt genannten Lande z. B. hat Washington den Gips in allen Verhältnissen von 90 bis 1800 Kil. auf 1 Hectare Landes über Gras und Kleesaaten, sowie über gepflügtes Land mit Thonboden ausgestreut, ohne irgend eine Wirkung wahrgenommen zu haben. Ebenso wenig zeigt der Gips eine günstige Wirkung auf sandigem Boden mit quelligem, nassem Untergrunde; auch bleibt die Wirkung aus, wenn der Boden in schlechter Kultur oder im erschöpften Zustande sich befindet. In einem nur mittelmäßig gedüngten Boden bewirkt der Gips, wie zahlreiche Erfahrungen beweisen, eine kaum merkliche Verbesserung des Kleewuchses, und einen mageren und ausgehungerten, oder gar verwilderten und in der mechanischen Bearbeitung vernachlässigten Boden zu gipsen, heißt, wie einer unserer tüchtigsten Praktiker bemerkt, „seine Mühe und sein Geld verlieren.“

Die Beschaffenheit des Klima's, welches die Wirkung des Gipses vorzugsweise unterstützt, ergiebt sich aus den obigen Andeutungen über die Witterungsverhältnisse, unter welchen der Gips auszustreuen ist. Diejenigen Länder, welche wegen der Nähe des Meeres nicht an zu großer Trockenheit des Sommers leiden, wo während dieser Jahreszeit ein regelmäßiger, weder zu starker, noch zu schwacher Niederschlag der Feuchtigkeit erfolgt, wo also entweder milde, sanfte sogenannte Landregen, oder doch starke Thaubildungen über die Dauer des ganzen Sommers vertheilt sind, und in Folge dessen eine stete und gleichmäßige Feuchtigkeit im Boden erhalten wird, wo ferner ebenfalls wegen der Nähe des Meeres die Häufigkeit und die Stärke der Gewitter gemäßigt und also das Niederfallen heftiger Regengüsse verhindert wird, während zu gleicher Zeit diese Landstriche eine nicht zu nördliche Lage haben, damit bei häufigem Regen, bei starker Nebel- und Thaubildung der Erdboden nicht zu sehr sich erkältet, sondern leicht und bald wieder durch die Sonnenstrahlen erwärmt werden kann, — in solchen Ländern, unter einem solchen Klima, wie es überhaupt dem Ackerbau die günstigsten Verhältnisse darbietet, wird auch der Gips das Wachsthum des Klees, der Esparsette und der übrigen Leguminosen am vollkommensten zu fördern im Stande sein. Ein solches Land ist England, namentlich das südliche, wie auch ein großer Theil

Frankreichs. Wo außerdem, auch fern von der Meeresküste, ein Land oder kleinere Grundstücke durch vorliegende Berge oder Gehölz geschützt sind vor dem Zutritt der rauhen Nord- und Ostwinde, wo ferner im Inneren des Landes, bei einem milden, warmen Klima die Gegenwart von zahlreichen Waldungen die Ansammlung der Feuchtigkeit, die Regelung des Niederschlages derselben in der Form von Thau oder Regen begünstigt, da sehen wir ebenfalls, daß der Gips mit Vortheil als Düngmittel angewendet wird, wie z. B. in Böhmen, Thüringen und anderswo.

Nachdem ich einige der Praxis entnommene Thatsachen und Beobachtungen mitgetheilt habe, kann ich jetzt, auf dieselben mich stützend, den Versuch machen, eine mit der Erfahrung in Einklang stehende Theorie des Gipsens zu entwickeln; ich bemerke im Voraus, daß es nicht meine Absicht ist, eine historische Uebersicht der verschiedenen Theorien zu geben, welche in älterer, wie in neuerer Zeit mit mehr oder weniger Geist und Sachkenntniß aufgestellt worden sind, und theils mit der Entwicklung der Wissenschaft ihre Widerlegung gefunden haben, theils aber auch noch gegenwärtig einer größeren oder geringeren Verbreitung und Beistimmung sich erfreuen.

Bei allen Düngmitteln, welche im Allgemeinen günstig auf das Wachsthum der Pflanzen einwirken oder nur unter gewissen Umständen auf einzelne Pflanzen diesen Einfluß äußern, können wir zunächst die Frage aufwerfen: Ist die Wirkung des Düngmittels eine direkte oder indirekte, hat die Substanz ein unmittelbares Ernährungsvermögen für die Pflanze, wird dieselbe unverändert von der Pflanze aufgenommen und verarbeitet, oder müssen erst gewisse chemische Prozesse dieser Aufnahme vorangehen, oder wird nur ein Bestandtheil des Düngmittels zur Erzeugung der vegetabilischen Masse verwendet, oder endlich besteht die günstige Wirkung des angewendeten Stoffes nur darin, daß der letztere den Uebergang von anderen Nahrungsmitteln in die Pflanze, sei es aus der Luft oder dem Erdboden, vermittelt und befördert! Die Lösung dieser Fragen muß uns auch hier beschäftigen, wo wir die Ursache der Wirkung des Gipses ergründen wollen.

Die Frage, ob der Gips oder schwefelsaure Kalk direct und unverändert in den Organismus der Pflanze übergeht, läßt sich mit Leichtigkeit beantworten, indem wir nur die analytischen Resultate der Untersuchungen der Asche vom gegipsten und vom nicht gegipsten Klee, und die Beobachtung der absoluten in einer Kleeernte enthaltenen Aschenmenge, mit einander zu vergleichen brauchen. Die für eine solche Vergleichung nöthigen Vorlagen findet man in dem Folgenden mitgetheilt. Es beziehen sich die von Boussingault ausgeführten Analysen auf die Asche des zu Bechelbronn im Elsaß vor und nach dem Gipsen geernteten Klees, und zwar auf

den beiden Jahrgängen 1841 und 1842, von denen der erstere in der genannten Gegend durch den Reichthum der Ernten sich auszeichnete, während der andere durch seine Erträge wenig befriedigte. Es sind hier die analytischen Resultate nach Abzug der Kohlensäure und der Kohle, die sich der Verbrennung entzogen hatte, auf 100 Theile berechnet worden.

Bestandtheile der Aschen.	Ernte von 1842.		Ernte von 1841.	
	Nicht gegipst.	Gegipst.	Nicht gegipst.	Gegipst.
Chlor	4,1	3,8	3,3	3,0
Phosphorsäure	9,7	9,0	7,1	8,2
Schwefelsäure	3,9	3,4	3,1	3,2
Kalk	28,5	29,4	33,2	36,7
Talkerde	7,6	6,7	7,3	10,2
Eisenoxyd, Manganoxyd, Thonerde	1,2	1,0	0,6	Spuren
Kali	23,6	35,4	29,4	34,7
Natron	1,2	0,9	2,9	0,3
Kieselerde	20,2	10,4	13,1	3,7
	100,0	100,0	100,0	100,0

Aus der Analyse ergiebt sich nicht unmittelbar, auf welche Weise die in der Pflanze aufgefundenen Körper mit einander verbunden sind; wenn man aber auch annimmt, was übrigens durch Nichts bewiesen wird, daß alle Schwefelsäure in der Pflanze als schwefelsaure Kalkerde zugegen ist, so würde, in Folge der angegebenen Analysen, die Asche des Klees vor dem Gipsen 6 Prc., nach dem Gipsen aber 5,7 Prc. schwefelsaurer Kalkerde enthalten. Da man nun bei dieser Art von Untersuchungen einen Unterschied von $^3/_{1000}$ füglich unberücksichtigt lassen kann, so darf man annehmen, daß in beiden Aschen das procentische Verhältniß der schwefelsauren Kalkerde dasselbe ist. Uebrigens gewähren diese Analysen für die Beantwortung der in Rede stehenden Frage wenig Aufschluß; damit sie zu einem Schlusse führen können, muß man bei der Betrachtung jener analytischen Resultate noch zwei andere Punkte berücksichtigen, einmal die Menge der von einem gegebenen Gewichte des geernteten Futters gelieferten Asche, und sodann die Menge des von einer bestimmten Bodenfläche vor und nach dem Gipsen gewonnenen Ertrages. Den Beobachtungen zufolge kann man annehmen, daß in der genannten Gegend des Elsaß zwei Schnitte des gegipsten Klees (also in dem zweiten Jahre seines Wachsthums) durchschnittlich 5000 Kil. trocknes Futter vom Hectare liefern. Dieselbe Fläche gab vor dem Gipsen, also in dem ersten oder in demselben Jahre, wo der Klee unter das Getreide gesäet worden war, einen Schnitt von 1100 Kil. Der getrocknete Klee lieferte in 100 Theilen an Asche, nach Abzug der Kohlensäure, folgende Aschenmengen:

Nicht gegipster Klee,	1841	. . .	10,3 Prc.	Vom Hectare	113 Kil.
desgleichen, . .	1842	. . .	8,8 „	„ „	97 „
Gegipster Klee, . .	1841	. . .	5,4 „	„ „	270 „
desgleichen, . .	1842	. . .	5,6 „	„ „	280 „

Unter Berücksichtigung dieser Zahlenverhältnisse berechnen sich nun die in dem auf einem Hectare geernteten Klee enthaltenen Mineralsubstanzen wie folgt:

Bestandtheile.	Jahrgang 1841.		Jahrgang 1842.	
	Nicht gegipst.	Gegipst.	Nicht gegipst	Gegipst.
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
Chlor	4,6	10,3	3,0	8,4
Phosphorsäure	11,0	24,2	7,0	22,9
Schwefelsäure	4,4	9,2	3,0	9,0
Kalk	32,2	79,4	32,2	102,8
Talkerde	8,6	18,1	7,1	28,5
Eisenoxyd, Manganoxyd und Thonerde	1,4	2,7	0,6	
Kali	26,7	95,6	28,6	97,2
Natron	1,4	2,4	2,8	0,8
Kieselerde	22,7	28,1	12,7	10,4
	113	270	97	280

Man sieht, daß der Boden während der drei Monate, welche dem Gipsen folgten, der Pflanze beträchtliche Mengen mineralischer Substanzen hat liefern müssen. Bei den gegipsten Ernten ist die Menge dieser Substanzen gegen die zur Zeit des Gipsens verdoppelt und verdreifacht. Die Kieselerde allein scheint eine Ausnahme zu machen, und nur von der jungen Pflanze aufgenommen zu werden. Kali und Kalk sind Basen, welche in einem sehr großen Verhältnisse an der mineralischen Zusammensetzung des Klees Antheil nehmen; ganz besonders ergiebt sich aber aus der obigen Zusammenstellung, daß der Kalk, welcher von dem Gipsen an von der Pflanze aufgenommen wurde, keineswegs der Schwefelsäure entspricht, welche während derselben Zeit assimilirt wurde. Der Ueberschuß von Säure und Kalk, welchen die Aschen des gegipsten gegen den ungegipsten Klee zeigen, ist für:

1841	an Schwefelsäure	4,8,	an Kalkerde	47,2 Kil.
1842	„ „	6,0	„ „	70,6 „

Wenn man also auch annimmt, daß die seit dem Gipsen aufgenommene Schwefelsäure einzig und allein in Verbindung mit Kalkerde zugegen gewesen sei, so findet man:

1841	hat die gegipste Ernte aufgenommen	8,2 Kil.	schwefelsauren Kalk;
1842	„ „ „ „ „	10,2 „	„ „

Im Jahre 1849 hat Boussingault den gegipsten, wie den ungegipsten Klee nochmals auf den Kalk- und Schwefelsäuregehalt der Asche untersucht und in 100 Theilen des trockenen Klees gefunden:

	Gegipst.		Nicht gegipst.	
	Kalk.	Schwefelsäure.	Kalk.	Schwefelsäure.
Erster Schnitt, 1. Probe . .	2,574	0,162	1,677	0,431
2. „ . .	2,054	0,144	—	0,417
Zweiter Schnitt	2,434	0,171	2,044	0,121

Die Gesammtmenge der Asche war bei dem gegipsten und ungegipsten Klee gleich und betrug bei dem ersten Schnitt 10,4, bei dem zweiten 10 Prc. von der völlig trocknen Pflanze. Man sieht, daß bei dem ersten Schnitt der ungegipste Klee merkwürdiger Weise viel reicher an Schwefelsäure war, wie der gegipste, während bei dem zweiten Schnitt in dem letzteren der Schwefelsäuregehalt der Asche am höchsten war. Wenn man die im Klee des zweiten Schnittes gefundenen Mengen als die, der unmittelbaren Aufnahme von Gips durch die Pflanzen günstigsten der Rechnung zu Grunde legt, so findet man für die mittleren Erträge von dem gegipsten und dem nicht gegipsten Lande:

			Schwefelsäure.	Kalk.
Gegipste Ernte . .	5000 Kil.,	enthaltend .	8,6 Kil.	121,7 Kil.
Nicht gegipste Ernte .	3750 „	„ .	4,5 „	76,7 „
		Unterschied	4,1 Kil.	45,0 Kil.

Dies sind ganz ähnliche Verhältnisse, wie sie im Jahre 1841 gefunden wurden. Zuweilen findet man aber in der Asche des gegipsten Klees procentisch wirklich eine größere Menge Schwefelsäure, wie die folgenden Analysen von Fellenberg und Ritthausen beweisen; nach dem ersteren enthielt die nicht gegipste Esparsette 4,832 Prc.; die gegipste 4,532 Prc. Asche, der nicht gegipste Klee 9,388 Prc., der gegipste 9,470 Prc. Asche.

	Esparsette.		Klee.	
	Ungegipst.	Gegipst.	Ungegipst.	Gegipst.
Chlorkalium	1,56	2,10	2,14	0,97
Kohlensaures Kali . .	17,50	11,78	45,07	42,82
Kieselsaures Kali . . .	6,60	7,84	3,24	2,83
Schwefelsaures Kali . .	3,00	10,87	1,16	4,92
Phosphorsaures Kali .	0,07	0,30	0,18	—
Phosphorsaure Kalkerde .	18,56	19,04	15,82	13,67
Kohlensaure Kalkerde .	29,11	27,67	25,13	26,99
Kohlensaure Magnesia .	16,80	15,72	7,05	7,80
Kieselerde	6,80	4,68	0,21	—
	100,00	100,00	100,00	100,00

Die Analysen und Beobachtungen Ritthausen's sind in mehrfacher Hinsicht interessant; sie beziehen sich auf gegipsten und außerdem auf solchen

Klee, der mit Asche gedüngt worden war; in beiden Fällen zeigte der Klee ganz ähnliche Wachsthumsverhältnisse. Die Kleeasche enthielt nach Abzug von Kohle, Sand und Kohlensäure:

	Mit Asche gedüngt.	Ungedüngt.	Gegypst.	Ungegypst.
Kalkerde . . .	33,88	32,54	33,40	37,27
Magnesia . . .	13,12	13,14	13,91	16,52
Kali	27,61	31,64	29,83	22,77
Natron . . .	1,90	Spur	1,03	3,12
Kieselsäure . .	2,94	5,37	3,31	3,60
Schwefelsäure .	5,85	2,01	4,38	2,88
Chlor	2,15	1,99	1,89	1,29
Phosphorsäure .	10,69	11,28	10,42	10,80
Eisenoxyd . .	1,86	2,03	1,83	1,75

Die zur Düngung des Klees benutzte Asche war ein Gemenge von Kiefernholz- und Torfasche; sie enthielt an wichtigeren Bestandtheilen 25 Prc. kohlensaure Kalkerde, 5,2 Prc. Kali, 1,8 Prc. Phosphorsäure, 4,7 Prc. Magnesia und 1,0 Prc. Schwefelsäure. Der mit Asche oder Gips gedüngte Klee zeichnete sich durch einen viel kräftigeren Stand, durch ein dunkleres Grün und durch eine um 1/4 bis 1/3 größere Länge der Stengel vor dem ungedüngten aus. Beim Zerschneiden des Klees ergab sich ferner, daß die Stengel von dem gedüngten durchweg hohl waren, während die vom ungedüngten meist mit Zellgewebe, mit sogenanntem Mark angefüllt waren. Der Klee war bei Dahlen im Königreich Sachsen auf einem lehmigen Sandboden mit flacher Krume und fast rein sandigem Untergrunde gewachsen, auf einem Boden, dessen nähere Bestandtheile schon früher angegeben worden sind (s. die Bodenkunde). Die gewogenen Kleeproben waren etwas abgewelkt, die frische Substanz hatte daher einen Theil ihres Wassergehalts verloren; die relativen Mengen an Trockensubstanz werden jedoch in den verschiedenen Proben dieselben geblieben und daher unter sich vergleichbar sein:

	Erträge auf 1 Hectare. Frisch.	Lufttrocken.
Mit Asche gedüngt . . .	16241 Kil.	5647 Kil.
Ungedüngt	13492 „	5905 „
Mit Gips gedüngt . . .	24254 „	5231 „
Ungedüngt	20505 „	5562 „

Man sieht, daß unter den vorhandenen Verhältnissen keine vermehrte Bildung von organischer Trockensubstanz stattgefunden hat, die Pflanzen haben in Folge der Asche- und Gipsdüngung nur eine mehr wässerige und schwammige Beschaffenheit angenommen. Die chemische Zusammensetzung der lufttrocknen Pflanze konnte nur in 3 Kleeproben näher untersucht werden.

von der vierten Probe wurde aus Versehen die ganze zur Verfügung stehende Menge eingeäschert.

	Mit Asche gedüngt.	Ungedüngt.
Wasser	12,91	13,05
Asche	8,37	6,34
Holzfaser	48,09	46,25
Proteïnsubstanzen . .	15,39	10,63
Stickstofffreie Substanz .	15,24	23,73
	100,00	100,00

	Stickstoffgehalt der Blätter.	Stengel.
Mit Asche gedüngt .	4,80 Prc.	2,34 Prc.
Ungedüngt . . .	3,45 „	1,92 „
Mit Gips gedüngt .	3,82 „	1,83 „

	Ganze Pflanze.
Mit Asche gedüngt 1. . . .	2,89 Prc.
2. . . .	2,77 „
Ungedüngt 1.	2,11 „
2.	1,81 „

Der mit Asche und Gips gedüngte Klee war also reicher an Stickstoff als der ungedüngte und ebenso verhielt sich die Asche hinsichtlich der Schwefelsäure. Die letztere ist erst beim Verbrennen der Pflanzen aus den vorhandenen Proteïnstoffen gebildet worden, wenigstens fand Ritthausen nur Spuren von fertig gebildeter Schwefelsäure in dem frischen Klee. Es ist daher bewiesen, daß in den obigen Fällen die Zunahme der Schwefelsäure in der Asche mit einer vermehrten Bildung der Proteïnstoffe in direktem Zusammenhange steht; die vermehrte Bildung der Proteïnstoffe ist ohne Zweifel, wie weiter unten nachgewiesen werden soll, Folge der Düngung und gleichzeitig mit einer größeren Menge Stickstoff ist auch mehr Schwefel assimilirt worden, welcher aber nicht nothwendig aus dem Gipse aufgenommen wurde, sondern jedenfalls in genügender Menge schon vor der Düngung im Boden enthalten war, wie aus der völlig gleichen Wirkung der Asche und des Gipses sich ergiebt, zweier Substanzen, von denen die eine an Schwefelsäure sehr arm, die andere sehr reich war.

Den vorstehenden Beobachtungen zufolge kann es nicht zweifelhaft sein, daß die günstige Wirkung des Gipses auf die Vegetation der Hülsenfrüchte in einer anderen Ursache zu suchen ist, als in seiner direkten Ernährungsfähigkeit für diese Pflanzen; denn die verschwindende Menge von 8 bis 10 Kil. Gips, die möglicherweise, aber keineswegs wahrscheinlicherweise, auf der Fläche eines ganzen Hectare von den Pflanzen direkt aus dem Boden aufgenommen worden ist, beweist vollkommen die Wahrheit dieser Behauptung.

Verfolgt man weiter die hier zu erforschende Ursache der Wirkung des Gipses, so liegt nunmehr die Frage nahe, ob nicht vielleicht ein Bestandtheil des Gipses als direkter Nahrungsstoff für die Pflanze verwendet wird? Der Gips ist eine chemische Verbindnng von Schwefelsäure mit Kalkerde. Die erstere Substanz ist, wie wir gesehen haben, wenigstens in der Asche des Klees in so geringer Menge vorhanden, daß

dieser Bestandtheil des Gipses unmöglich direkt wirksam sein kann. Daß bei dem Einäschern der vegetabilischen Masse nicht bedeutende Mengen von Schwefel der Analyse entgangen sind, das ergiebt sich aus der direkt angestellten Prüfung des Kleeheus, bei welcher 3 Tausendtheile Schwefelsäure gefunden wurden, während die Analyse der Asche 2,8 Tausendtheile lieferte. Ebenso beweisen zahlreiche Untersuchungen, daß die Hülsenfrüchte keineswegs besonders reich sind an Schwefel, sondern in dieser Hinsicht von vielen anderen Pflanzen übertroffen werden. Zum näheren Verständniß und zum Beweise dieser Behauptung theile ich hier den Schwefelgehalt einiger der bekannteren Kulturpflanzen mit; diese Gehaltsangaben beziehen sich auf 100 Theile der bei 100° getrockneten vegetabilischen Substanz:

Lolch (Lolium perenne)	0,310 Prc.	Runkelrüben	0,058 Prc.
Rother Klee	0,107 „	Kraut derselben	0,502 „
Weißer Klee	0,099 „	Weizenstroh	0,213 „
Luzerne	0,293 „	Gerste	0,066 „
Wicken	0,178 „	Gerstenstroh	0,390 „
Nierenkartoffeln	0,094 „	Erbsen	0,158 „
Kraut derselben	0,389 „	Erbsenstroh	0,214 „
Früchte derselben	0,071 „		

Es bleibt also nur der Kalk des Gipses übrig als direkt ernährender Bestandtheil dieses Düngmittels, wenn man dessen Wirkung überhaupt in der direkten Aufnahme eines Bestandtheiles desselben durch die Pflanze suchen und begründet wissen will. Es fällt sogleich in die Augen, daß der Gips namentlich auf solche Pflanzen günstig wirkt, welche in ihrer Asche eine besonders große Menge von Kalkerde enthalten, und es liegt die Vermuthung nahe, daß dieser Stoff es ist, dessen Gegenwart die oft so auffallende Wirkung des Gipses erklärt.

Daß der Gips, bei Gegenwart von Wasser und von kohlensauren Alkalien, eine Umwandlung in kohlensauren Kalk erleidet, habe ich bereits oben angedeutet; daß diese Umwandlung in der Ackerkrume unter den geeigneten Verhältnissen wirklich erfolgt, ist keinem Zweifel unterworfen; und daß endlich der aus dem Gips entstandene kohlensaure Kalk zum Theil wirklich von der sich entwickelnden Pflanze aufgenommen und verarbeitet wird, ist wohl mehr als wahrscheinlich, wenigstens steht dieser so natürlichen Vermuthung durchaus Nichts entgegen; — eine andere Frage aber ist es, ob in dieser Umwandlung und Aufnahme die Hauptursache der Wirkung des Gipses zu suchen, oder ob jener Prozeß nicht vielleicht ziemlich unwesentlich ist bei der Rolle, welche der Gips in der Vegetation gewisser Pflanzen zu spielen scheint.

Die Kleeernten werden unter günstigen äußeren Umständen durch die Anwendung des Gipses um $^1/_4$ oder $^1/_3$ erhöht; in den vorher erwähnten Beispielen betrug im Elsaß der Jahresertrag von zwei Schnitten des im Frühjahr gegipsten Klees 5000 Kil. auf 1 Hectare; hiervon war $^1/_4$, also 1250 Kil. in Folge der Gipsdüngung producirt worden. Die 1250 Kil. des Mehrertrages an Kleeheu enthalten etwa 30 Kil. Kalkerde, welche also in Folge des Gipsens dem Boden mehr entzogen wurden, als es sonst der Fall gewesen wäre. Als Dünger aber wurde reichlich 400 Kil. Gips angewendet, welche ungefähr 160 Kil. Kalkerde enthalten, so daß also in diesem Falle kaum der fünfte Theil der Kalkerde aus dem Gipse in die Pflanze übergegangen ist. Es fragt sich nun, ob der Mehrgehalt des Bodens an 30 Kil. Kalkerde die Mehrerzeugung von 1250 Kil. trockner oder von 6000 Kil. grüner vegetabilischer Masse zu bewirken im Stande ist, und ferner ob die aus dem Gipse abgeschiedene kohlensaure Kalkerde andere chemische und physikalische Eigenschaften besitzt als dieselbe Verbindung, wenn sie bereits in dem Boden enthalten oder durch animalischen Dünger, Mergel und gebrannten Kalk dem Boden beigemischt worden ist. Beide Fragen muß man, wie ich glaube, mit Nein beantworten. Der im Boden enthaltene kohlensaure Kalk wird sehr leicht von der Bodenfeuchtigkeit gelöst, wie auch der große Kalkgehalt beweist, den man in dem Drainwasser findet, selbst wenn der betreffende Boden sehr arm an Kalk war. Es ist leicht nachzuweisen, daß der Mangel an Kalk in einem seit längerer Zeit in Kultur befindlichen Lande kaum jemals die direkte Ursache sein kann von einer Verminderung der Kleeproduktion. Nicht allein, daß die Ackerkrume stets, wenn sie nicht reiner Flugsand ist, eine größere oder geringere Menge von Kalk unter ihren Bestandtheilen enthält, es muß auch dieser Gehalt bei der Kultur fortwährend an Menge zunehmen, denn man bringt, selbst bei alleiniger Düngung mit dem gewöhnlichen Stall- und Hofmiste, fast immer eine größere Quantität Kalk in den Boden hinein, als demselben durch die Ernten wieder entzogen wird. Wenn vielleicht in einzelnen Fällen wirklich so wenig Kalk im Boden enthalten ist, daß die Kleepflanze aus dieser natürlichen Quelle nicht hinreichend mit Kalknahrung versehen werden kann, dann wird freilich durch den Gips der Pflanze auch direkt Nahrungsstoff geliefert und die Wirkung des Gipses eine um so auffallendere sein. Es kann der aus dem Gips gebildete kohlensaure Kalk auch aus dem Grunde für gewöhnlich keinen wesentlichen Einfluß auf die Produktion der vegetabilischen Masse äußern, weil der Gips nicht selten auch auf kalk- und mergelhaltigem, ja selbst auf reinem Kreideboden (s. oben die Versuche von Smith und Villéle) eine günstige Wirkung zeigt, welche Thatsache bei jener Annahme ganz unerklärlich sein würde. Endlich ist auch

daran zu erinnern, daß es noch andere Pflanzen giebt, welche eine fast eben so große Menge Kalk, wie der Klee, dem Boden entziehen, ohne daß man bei deren Kultur wesentliche Vortheile von der Gipsdüngung beobachtet hätte, z. B. Raps, Hanf und Tabak.

Ehe ich auf die Theorie des Gipses näher eingehe, will ich noch die Resultate einiger Bodenanalysen mittheilen, welche angestellt wurden, um vielleicht auf diese Weise über die räthselhafte Wirkung des Gipses Aufklärung zu erhalten. Anderson untersuchte eine Bodenart Schottlands, welche einen üppigen Klee producirte, aus einem verwitterten, zu Tage ausgehenden Kohlenschiefer bestand und bereits seit längerer Zeit in Kultur sich befand. Zur Vergleichung mag hier auch die Analyse des unverwitterten Schiefers mitgetheilt werden, der eine dunkel- bis hellbraune Farbe besaß, milde und sehr bröcklig war und an der Luft schnell in kleine flache Fragmente zerfiel. Nr. 1 giebt die Zusammensetzung des unveränderten Schiefers, Nr. 2 diejenige des aus dem Schiefer entstandenen fruchtbaren Ackerbodens:

	1.	2.
Organische Substanz	6,526	6,65
Eisenoxyd	4,248	4,69
Thonerde	1,740	1,84
Kalkerde	2,268	0,33
Magnesia	Spur	0,27
Schwefelsäure	0,400	0,01
Phosphorsäure	0,042	0,14
Kohlensäure	0,560	Spur
Kali	0,329	0,24
Natron	0,121	0,08
Unlösliche Silikate	84,170	83,98
Auflösliche Kieselsäure	—	0,03
	100,404	100,14

Beide Proben sind wesentlich verschieden durch ihren Gehalt an Kalk und Schwefelsäure, deren Gehalt in dem kultivirten Boden weit geringer ist als in dem Schiefer selbst; ebenso bemerkt man in dem ersteren weniger Alkali, dagegen mehr Magnesia und Phosphorsäure. Angenommen, daß die ganze Menge der Schwefelsäure als Gips zugegen ist, so würden 0,68 Prc. Gips in dem rohen Schiefer enthalten sein und also, da die Ackerkrume eines Hectare, 6 Zoll tief, ungefähr 2,470000 Kil. wiegt, im Ganzen 16800 Kil., dagegen in dem kultivirten Schiefer wenig mehr als 350 Kil. Gips auf der Fläche eines Hectare den Pflanzen zugänglich sein. Es sind ebenfalls von Anderson zwei andere Bodenarten untersucht worden, von denen die eine als Thonboden, die andere als schwarzes humusreiches Land bezeichnet wird; auf beiderlei Feldern gedieh der Klee theils gut, theils schlecht. Es wurden die Proben zur Analyse von beiden Feldern, sowohl von dem das Wachsthum des Klees fördernden Theile (b), als auch von der Parzelle genommen, auf welcher er fehlschlug (a).

	1.		2.	
	a.	b.	a.	b.
Lösliche Kieselsäure	0,08	0,02	Spur	0,334
Eisenoxyd	4,45	6,68	5,605	2,423
Eisenoxydul	—	—	—	2,752
Thonerde	2,40	3,00	3,911	2,454
Kalk	1,23	1,33	0,849	0,702
Magnesia	0,45	0,25	0,277	0,234
Kali	0,20	0,22	0,550	0,533
Natron	0,07	0,09	Spur	0,128
Schwefelsäure	0,05	0,08	0,096	0,154
Phosphorsäure	0,38	0,07	0,213	0,255
Kohlensäure	0,09	0,34	0,179	Spur
Chlor	Spur	Spur	—	—
Organische Substanz	4,12	4,14	4,275	3,411
Wasser	2,54	2,52	3,252	3,250
Unlösliche Silikate	83,90	81,34	81,012	83,222
	99,96	100,08	100,219	99,852
In Wasser auflösliche Stoffe	0,75	0,73	1,337	1,203
Hierin unorganische Substanz	0,44	0,46	0,472	0,587
organische Substanz	0,31	0,27	0,865	0,666
Stickstoffgehalt	0,15	0,15	0,209	0,209
Humussäure	0,42	0,43		
Humin	—	0,10		

Diese Analysen geben nicht die geringste Aufklärung über die Ursache der beobachteten Erscheinung, vielmehr scheinen sie zu beweisen, daß in diesem Falle das Mißrathen des Klees nicht von der chemischen Constitution des Bodens herrühren konnte; wahrscheinlich aber steht dasselbe mit einer abweichenden physikalischen Beschaffenheit der Ackerkrume oder des Untergrundes in nahem Zusammenhange, worüber jedoch keine näheren Mittheilungen vorliegen.

Es ist, nach dem Vorhergehenden, kein genügender Grund zu der Annahme vorhanden, daß der Gips als solcher oder durch einen seiner Bestandtheile als direkte Pflanzennahrung wesentlich zur Vermehrung der Ernten der Hülsenfrüchte beiträgt; der aus dem Gips entstandene kohlensaure Kalk kann allerdings ganz oder theilweise von der wachsenden Pflanze aufgenommen werden, diese Aufnahme ist aber die Folge der Entwicklung, nicht die Ursache derselben. Es ist vielmehr, wie ich glaube, kaum zweifelhaft, daß die günstige Wirkung des Gipses bei der Kultur gewisser Pflanzen hauptsächlich durch die Fähigkeit dieses Düngmittels bedingt ist, den leichteren Uebergang der in der um-

gebenden Atmosphäre, wie auch im Erdboden schon vorhandenen Nahrungsstoffe in die Pflanze zu vermitteln.

Ein Theil Gips ist auflöslich in 460 Theilen Wasser; tritt diese Gipslösung in Berührung mit kohlensaurem Ammoniak, so bildet sich ein feiner pulverförmiger Niederschlag von kohlensaurer Kalkerde und in der Auflösung bleibt das Alkali an Schwefelsäure gebunden zurück. Verdunstet das auflösende Wasser so weit, bis ein feuchtes pulveriges Gemenge von kohlensaurem Kalke und schwefelsaurem Ammoniak zurückbleibt, so wird man wiederum die Entstehung von kohlensaurem Ammoniak wahrnehmen, welches mit den entweichenden Wasserdämpfen sich verflüchtigt. Dieser doppelte chemische Prozeß muß nothwendig in der Ackerkrume bei Gegenwart von schwefelsaurem Kalke stattfinden, wie sich auch leicht durch bekannte Thatsachen und direkte Versuche nachweisen läßt.

Läßt man ein Stück Gips längere Zeit den Einflüssen der Atmosphäre und der Witterung ausgesetzt liegen, so überzieht sich die Oberfläche mit einer dünnen, allmälig immer stärker werdenden Schicht von kohlensaurem Kalk, welcher hier nur auf die Weise hat gebildet werden können, daß das atmosphärische kohlensaure Ammoniak, im Regenwasser oder im Thau aufgelöst, in schwefelsaures Ammoniak sich verwandelte, welches ausgewaschen wurde, während der unlösliche kohlensaure Kalk zurückblieb. Zur weiteren Aufklärung dieses Gegenstandes habe ich folgenden Versuch angestellt: es wurden Samen verschiedener Pflanzen in kiesigen Sand gebracht, welcher vorher auf einem Beete mit gewöhnlicher Holzasche gemischt worden war, auf dem anderen aber mit Holzasche, die vor ihrer Anwendung mittelst Schwefelsäure neutralisirt worden war; die Pflanzen entwickelten sich auf dem zweiten Beete bedeutend besser als auf dem ersteren: bei der Kultur des Sommerroggens verhielt sich die Menge der auf dem ersteren Beete producirten vegetabilischen Masse zu der auf dem anderen erzeugten genau wie 2 zu 3 und ähnlich war das Verhältniß bei dem Hafer und der Gerste; natürlich war aus leicht begreiflichen Ursachen die Ueppigkeit der Entwicklung dieser Pflanzen nicht so bedeutend, wie in der gewöhnlichen humosen Ackerkrume; dahingegen war das Wachsthum des Spergels, einer Pflanze, welche bekanntlich mit jedem sandigem und magerem Boden fürlieb nimmt, ebenso üppig wie auf dem Felde und es verhielt sich in beiden Versuchen die erzeugte vegetabilische Masse im trocknen Kraut wie 18 zu 33, im Samen wie 8 zu 13; also ungleich besser hatten die Pflanzen in dem Erdreiche sich entwickelt, welches keine kohlensauren Salze, dagegen viel Gips enthielt, als auf dem Boden, der reich war an kohlensauren Verbindungen. Die von beiden Proben des Spergels untersuchte Asche hatte qualitativ, wie quantitativ genau dieselbe Zu-

sammensetzung, es war in dem einen Falle nicht mehr Schwefelsäure in die Zusammensetzung der Pflanze übergegangen, als in dem anderen Falle. In beiden Fällen mußten also nothwendig die Basen, wie namentlich Kalk und Kali an Kohlensäure gebunden von der Pflanze aufgenommen worden sein; in dem Boden des einen Beetes war aber ursprünglich kein kohlensaures Salz vorhanden, es mußte also erst gebildet werden, und dieses konnte unter den vorhandenen Verhältnissen nur mittelst des atmosphärischen kohlensauren Ammoniaks geschehen. Die so auffallende Vermehrung in den Ernteresultaten auf dem einen Beete steht also gewiß im Zusammenhang mit der Gegenwart einer großen Quantität von Gips und der dadurch erfolgten Aufnahme von kohlensaurem Ammoniak aus der Luft, während das letztere auf dem anderen Beete, in welchem nur Spuren von Gips vorhanden waren, nicht in so großer Menge absorbirt und der Pflanze zugeführt werden konnte. Auch das aus dem Erdboden bei der Fäulniß organischer Substanzen freiwerdende kohlensaure Ammoniak bewirkt die Umwandlung des schwefelsauren Kalkes in kohlensauren Kalk: in einem Beete wurde von Spatzier auf Pferdemist eine starke Schicht Erde, die bei der Untersuchung völlig frei von kohlensauren Salzen sich zeigte, gebracht und die Oberfläche dieser Erde 1 Linie hoch mit reinem Gips bestreut; Bohnen und Erbsen wuchsen in diesem Beete auf das Ueppigste, und nach 3 Wochen war der größte Theil des Gipses in kohlensauren Kalk umgewandelt; die ganze Erde bis $^1/_2$ Fuß tief brauste mit Säuren, zum Beweis, daß sie kohlensauren Kalk enthielt und nach dem Auslaugen mit kaltem Wasser, Filtriren und Abdampfen der Flüssigkeit hinterließ diese im Rückstand eine nicht unbedeutende Menge von schwefelsaurem Ammoniak.

Die mitgetheilten Beobachtungen und Versuche beweisen die Richtigkeit der Annahme, daß der Gips, bei Gegenwart von Feuchtigkeit, das Ammoniak aus der Atmosphäre zu absorbiren, und das des Erdbodens zurückzuhalten vermag, und ferner, daß durch den schwefelsauren Kalk die Fruchtbarkeit des Bodens für alle Pflanzen gesteigert wird. Der Gips äußert jedoch einen deutlich günstigen Einfluß nur auf die der Familie der Schmetterlingsblüthigen oder der Hülsenfrüchte angehörenden Pflanzen und auch hier nur unter gewissen äußeren Umständen. Diese Thatsache erklärt sich, wie mir scheint, aus der eigenthümlichen organischen Struktur jener Pflanzen und dem daraus resultirenden Verhalten derselben gegen die im Erdboden, wie in der Luft enthaltenen Nahrungsstoffe. Die Blattfrüchte sind bekanntlich ausgezeichnet dadurch, daß sie, anstatt den Boden auszusaugen, denselben in seinem früheren Kraftzustande zurücklassen, ja ihn im landwirthschaftlichen Sinne des Wortes noch bereichern, vorausgesetzt nämlich, daß nur eine Produktion im

Kraute, nicht zugleich die Samenerzeugung der Zweck der Kultur dieser Pflanzen ist. Es müssen daher diese Pflanzen zur Bildung ihrer organischen Masse den größten Theil der Nahrungsstoffe der Atmosphäre entnehmen: diese Fähigkeit gehört aber nicht ausschließlich den Hülsenfrüchten an, sondern es ist dieselbe, nur im geringeren Grade, allen Pflanzen eigen; je mehr die Blätter entwickelt sind, und namentlich je zarter, weicher und fleischiger die Blattsubstanz ist, um so mehr sind die Pflanzen im Stande, auf Kosten der in der Atmosphäre enthaltenen Nahrungsstoffe sich zu entwickeln, um so weniger erschöpfen sie den Boden. Ohne auf dieses Verhalten näher einzugehen, will ich nur daran erinnern, daß der Klee von allen Gewächsen, die im Großen angebaut werden, die üppigste Blattbildung besitzt, daß ihm also auch vor allen andern Pflanzen die Fähigkeit zukommt, die Nahrungsstoffe der umgebenden Atmosphäre zu entziehen; dem Klee zunächst, hinsichtlich der Entwicklung und der Zartheit ihres Blattorganes, stehen die Erbsen und auch diese erschöpfen den Boden nicht bedeutend, natürlich unter der Bedingung, daß sie noch grün, zur Zeit der anfangenden Blüthe gemäht und also als Grünfutter angebaut werden; dem Klee durchaus ähnlich verhält sich die Esparsette und die Luzerne; die Wicke ist schon in geringerem Grade ausgezeichnet durch den Umfang, die Menge und die Saftigkeit ihrer Blätter, sie wird daher auch weniger schnell die atmosphärischen Nahrungsstoffe sich anzueignen im Stande sein; die Bohnen, namentlich die Saubohne, haben eine beträchtlich geringere Blattentwicklung, und da sie stets zur Gewinnung der Früchte angebaut werden und deren in der Regel eine bedeutende Menge sich entwickeln, so ist es natürlich, daß diese Pflanzen den Erdboden von allen Hülsenfrüchten am meisten aussaugen, und überhaupt den kräftigsten Boden verlangen. Der Raps, der Senf, wie die verschiedenen Hackfrüchte haben in ihren Blättern bei weitem nicht die Fähigkeit, wie namentlich der Klee, aus der Luft die nöthigen Nahrungsstoffe in sich aufzunehmen, theils wegen der bedeutend geringeren Blattbildung überhaupt, theils weil die Blätter der genannten Pflanzen auch in ihrer organischen Struktur ein Hinderniß für diese Aufnahme finden und überdieß bald vertrocknen. Die Halmfrüchte endlich verhalten sich völlig entgegengesetzt dem Klee, sie können nur wenig Nahrungsstoff der Atmosphäre entziehen, wegen der geringen Flächenausdehnung ihrer Blätter und weil diese eine trockene, harte Beschaffenheit haben, welche den Zutritt der Atmosphäre ins Innere der Pflanze zu hindern scheint; diese Gewächse müssen fast die ganze Quantität der zu ihrem Gedeihen erforderlichen Stoffe dem Boden entziehen, sie erschöpfen den Boden besonders stark.

Nach diesen Bemerkungen und auf die hier angedeuteten Thatsachen mich stützend, will ich jetzt versuchen die Erscheinungen, welche bei der Gipsdüngung

aufzutreten pflegen, zu erklären. Der Gips erleichtert und befördert die Aufnahme des wichtigsten und die Pflanze am meisten zu einer üppigen Entwicklung anregenden Nahrungsstoffes, nämlich des in der Atmosphäre enthaltenen Ammoniaks. Wenn der Gips im Frühjahr auf die jungen, saftigen Blätter des Klees ausgestreut wird, entweder nach einem starken Thau oder nach einem milden warmen Regen, so bildet sich auf der Oberfläche der Pflanze eine dieselbe überziehende sehr verdünnte Auflösung von Gips, welche wegen ihres starken Anziehungsvermögens zum atmosphärischen Ammoniak dieses in großer Menge binden und zurückhalten, also den Pflanzen zugänglich machen muß. Der Gips aber versagt großentheils seine Wirkung, wenn er bei trockner Witterung ausgestreut wird, denn er kann nicht wirken, ohne daß er in Auflösung vorhanden ist, und außerdem bleibt, wenn die Pflanze an der Oberfläche ganz trocken ist, auch nur sehr wenig Gips an derselben kleben, je mehr dieses aber der Fall ist, eine um so größere Oberfläche wird er der Atmosphäre darbieten, desto kräftiger wird seine Wirkung sein; ist aber ein heftiger Regenguß vorausgegangen, so wird wegen der großen Menge der Feuchtigkeit der Gips im aufgelösten Zustande zu schnell in den Boden eindringen und also der Berührung mit der Atmosphäre entzogen werden; dasselbe ist auch der Fall, wenn gleich nach dem Ausstreuen ein sehr starker Regen folgt, welcher den Gips vollständig von den Blättern abspült. Ferner muß der Gips bei einer möglichst warmen, milden Luft mit dem Klee in Berührung gebracht werden, denn *dann ist einmal der Gehalt der atmosphärischen Luft an Ammoniak am größten und außerdem werden bei einer höheren Temperatur und bei Gegenwart einer mäßigen Feuchtigkeit alle chemischen Prozesse, und so auch die hier innerhalb und außerhalb der Pflanze thätigen im hohen Grade unterstützt, beschleunigt.* Am günstigsten muß die Wirkung des Gipses dann sein, wenn nach warmen Tagen während der Nacht Thaubildung eintritt, ohne daß zugleich eine zu starke Erniedrigung der Lufttemperatur stattfindet; unter solchen Umständen bleibt der Gips am längsten an Blatt und Stengel haften und auf der Oberfläche des Bodens liegen, er wird abwechselnd in Auflösung gebracht und kann so die größte Menge des atmosphärischen Ammoniaks absorbiren und den Pflanzen zugänglich machen. Es muß aber auch das Ausstreuen des Gipses in der Jugend der Pflanze geschehen, denn die Blätter haben vorzugsweise nur in ihrer zarten Jugend die Fähigkeit die gasförmigen Bestandtheile zu absorbiren, später scheint diese Aufnahme mit dem Zäherwerden der Blattsubstanz abzunehmen, und deswegen auch die vermittelnde Wirkung des Gipses überflüssig zu sein; auch ist es bekannt, daß die Pflanze durch die Gegenwart von ammoniakhaltigen

Stoffen im höheren Grade zu einem üppigen Wachsthum angeregt wird, so lange die jugendlichen Zellen noch ihre ganze Lebensthätigkeit besitzen. Stark austrocknende Winde werden begreiflicherweise die Wirkung des Gipses zum größten Theile aufheben.

Der Gips hat noch aus anderen Ursachen eine günstige Wirkung auf das Gedeihen der Gewächse im Allgemeinen, wie einzelner Pflanzen insbesondere. Wenn der Gips wirken soll, so muß der Boden selbst stickstoffhaltige Substanzen enthalten, er muß in Kraft und in Kultur sich befinden und die fruchtbare Ackerkrume eine möglichst große Tiefe besitzen. Es muß also die Möglichkeit gegeben sein, daß auch aus dem Boden eine nicht unbedeutende Menge von Ammoniak sich entwickeln und in die Pflanze übergehen kann; der Gips wirkt nun aus dem Grunde günstig, weil ohne denselben vielleicht eine größere oder geringere Menge Ammoniak aus dem Erdboden entweicht, und also nicht von der Pflanze absorbirt wird, ferner weil es wahrscheinlich ist, daß das Ammoniak durch seine abwechselnde Vereinigung mit Schwefelsäure und dann wiederum mit Kohlensäure mehr geeignet wird, von der sich entwickelnden Pflanze in der ihr zusagenden Form und Menge aufgenommen zu werden, und endlich kann auch der Umstand, daß aus dem Gips der kohlensaure Kalk im feinvertheilten Zustande sich nach und nach abscheidet, zu einer schnelleren Entwickelung der Pflanze beitragen. Die Ursache der Erscheinung, daß allen Erfahrungen zufolge der Boden in Kraft und Dünger sich befinden muß, wenn der Gips einen deutlich günstigen Einfluß zeigen soll, ist nicht direkt in der Gegenwart des Gipses zu suchen, sondern steht zu der Wirkung dieses Düngstoffes in indirekter Beziehung. Wenn nämlich durch das Mittel des Gipses die Aufnahme der atmosphärischen Nahrungsstoffe durch die Pflanze begünstigt wird, so kann diese Aufnahme offenbar nur dann für das Gedeihen der Pflanze vollkommen ersprießlich sein, wenn zu gleicher Zeit und mit jener Absorption Schritt haltend auch aus dem Erdboden durch die Wurzel Nahrungsstoffe in die Pflanze übergehen.

Daß der Gips den Uebergang von Stickstoffnahrung in die Kleepflanze vermittelt, ergiebt sich auch deutlich aus den weiter oben mitgetheilten Beobachtungen und Versuchen von Ritthausen. Es hatte in diesen Versuchen der Gips eine entschiedene Wirkung geäußert; diese war aber nicht in einer Gewichtszunahme der Gesammt-Trockensubstanz der Ernte ausgesprochen, sondern ausschließlich in einer vermehrten Bildung der Proteïnstoffe. Es erscheint in diesem Falle die Wirkung des Gipses gleichsam isolirt, weil die zur Bildung der stickstofffreien organischen Körper nothwendigen Bedingungen nicht genügend vorhanden waren. In derselben Weise wie der Gips hatte auch die Asche durch ihren Gehalt an kohlensauren Erden

und Alkalien gewirkt; man sieht also, daß auch die Entstehung des kohlensauren Kalkes aus dem Gips zu der vermehrten Stickstoffaufnahme in irgend einer Beziehung stehen muß. Der fein zertheilte kohlensaure Kalk wirkt nämlich zersetzend auf die im Boden stets vorhandenen Verbindungen der Humussubstanzen und des Thones mit Ammoniak; wenn man diese Körper zusammenbringt, so bemerkt man stets die Bildung des flüchtigen kohlensauren Ammoniaks, die Kalkerde geht hierbei mit den Humussubstanzen und vielleicht auch mit dem Thon eine chemische Verbindung ein. Die Ursache, weshalb in den von Ritthausen beobachteten Fällen mit der Zunahme der Proteïnstoffe nicht gleichzeitig eine Zunahme der stickstofffreien, organischen Substanz und somit der trocknen Ernte überhaupt stattfand, konnte nicht in einem Mangel an mineralischen Nahrungsstoffen in der Ackerkrume begründet sein, denn die letztere würde durch die Aschendüngung an Nahrungsstoffen bereichert, ohne daß die Kleeernte an Gewicht zunahm; es wird diese Ursache vielmehr mit Ritthausen nur in dem schlechten, nahrungsarmen und vielleicht geradezu ungesunden Zustande des Untergrundes gesucht werden können. Während nämlich durch die Gips- und Kalkdüngung der Pflanze zunächst eine größere Menge Ammoniak theils aus der Atmosphäre theils aus dem Erdboden zugeführt wurde, erfolgte dadurch eine vermehrte Bildung von Proteïnstoffen und gleichzeitig eine entsprechend größere Aufnahme von Schwefelsäure aus dem Boden, weil der Schwefel einen wesentlichen Bestandtheil der Proteïnsubstanz ausmacht; die Pflanze nahm außerdem, wie es stets unter dem Einfluß einer reichlichen Stickstoffnahrung der Fall zu sein scheint, an Wässerigkeit, überhaupt an Ueppigkeit und Lebensthätigkeit zu, sie würde eine weit größere Ernte geliefert haben, wenn auch die Wurzelbildung in entsprechender Weise hätte stattfinden können. Dies war aber nicht der Fall, die Wurzeln konnten vermöge der wenig zusagenden Beschaffenheit des Untergrundes sich nicht hinreichend in die Tiefe ausdehnen und daher auch nicht aus weiten Umkreisen der Pflanze die nöthige mineralische Nahrung zuführen, wie es erforderlich gewesen wäre, wenn der Klee eine noch reichlichere Ernte hätte liefern sollen; die Ernte hatte unter den vorhandenen Bodenverhältnissen, wie es scheint, schon den höchsten Punkt erreicht und hätte nur durch eine weitere Vertiefung und gleichmäßige Düngung der Ackerkrume noch gesteigert werden können.

Ich glaube, daß man jetzt leicht begreifen wird, wie nothwendig es ist, daß der Boden in guter Düngkraft sich befinde, wenn der Gips auf die Mehrerzeugung vegetabilischer Substanz einwirken soll. Man wird aber ebenfalls einsehen, daß der Boden möglichst tiefgründig sein, in guter Kultur und in einem Zustande der Auflockerung sich befinden muß, wie er nur in den sandig-

lehmigen oder lehmig-sandigen Bodenarten auf das Vollkommenste erreicht wird; diese Bodenbeschaffenheit ist nämlich deshalb so wichtig für die Kultur des Klees überhaupt, wie zur Unterstützung des Einflusses des Gipses insbesondere, weil nur unter solchen Verhältnissen wirklich eine üppige Vegetation dieser Pflanze stattfinden kann. Wenn wegen der Flachheit der Ackerkrume die Wurzeln in der Tiefe bald aus dem Bereiche des fruchtbaren Bodens hinauswachsen, wenn ferner bei der Zähigkeit der Ackerkrume und des Untergrundes der Ausdehnung der Wurzeln ein mechanischer Widerstand entgegentritt, so wird hierin der natürliche Grund liegen, weshalb unter solchen Bodenverhältnissen, wo überhaupt die Kultur des Klees nicht sicher ist, auch der Gips keine wesentliche Vermehrung der Kleeernte hervorzubringen im Stande sein wird. In einem humosen, kalkhaltigen, durch die Kultur aufgelockerten tiefgründigen, warmen Lehmboden mit durchlassendem Untergrunde, in einer milden, mäßig feuchten und vor dem Zutritt rauher Winde geschützten Lage hier gedeiht der Klee, der allgemeinen Erfahrung zufolge am besten, hier zeigt die Gipsdüngung die beste Wirkung, nicht sowohl weil diese Bodenarten vor anderen eine vorzugsweise große Menge von dem Klee zusagenden Nahrungsstoffen enthalten, sondern deswegen, weil der *mechanische oder physikalische Zustand von solcher Art ist, wie er dem Klee besonders zusagt, wie er zu dem üppigen Gedeihen desselben durchaus erforderlich ist.*

Schließlich mache ich hier noch darauf aufmerksam, daß der Gips keineswegs durch ein anderes Kalk- oder Magnesiasalz ersetzt werden kann; wenn auch Salze, wie das Chlorcalcium, die schwefelsaure Magnesia etc., mit dem Gips seine wichtigste Eigenschaft gemein haben, nämlich die Fähigkeit, das in der atmosphärischen Luft verbreitete kohlensaure Ammoniak zu absorbiren und bis zu einem gewissen Grade zu binden, — so ist doch jedenfalls auch die *Schwerlöslichkeit des Gipses* in Wasser von großer Bedeutung; die übrigen Kalk- und Magnesiasalze, welche meist sehr leicht in Wasser auflöslich sind, würden einmal durch die geringste Regenmenge von den Pflanzen abgespült und entfernt werden, dann aber auch nach ihrem Ausstreuen leicht zu der Entstehung einer zu concentrirten wässerigen Auflösung die Veranlassung geben, welche die Lebensthätigkeit im Organismus der Pflanze stören und mit dieser Störung das Verkümmern der Pflanze verursachen könnte.

2. Dem Gips ähnlich wirkende Düngmittel.

Wenn die im Vorhergehenden entwickelte Theorie des Gipses als die richtige angenommen wird, so ergiebt sich, daß alle die Stoffe dem Gips ähnlich wirken werden, welche ebenfalls die Absorption von Ammoniak aus der Luft

oder dem Erdboden bewirken können, weil in dieser Absorption die Hauptursache der Wirkung des Gipses gefunden wurde; jedoch ist auch darauf schon aufmerksam gemacht worden, daß der günstige Einfluß des Gipses nicht allein auf jener Fähigkeit beruht, sondern auch durch seine Schwerlöslichkeit in Wasser unterstützt wird. Als dem Gips ähnlich wirkende Stoffe, welche wegen der Billigkeit ihres Preises möglicherweise im Großen Anwendung finden könnten, ist der Eisenvitriol zu erwähnen und namentlich die eisenkieshaltige Braunkohle und Steinkohle, welche, wenn sie eine Zeitlang dem oxydirenden Einfluß der Atmosphäre ausgesetzt gewesen ist, eine größere oder geringere Menge von auflöslichem schwefelsaurem Eisenoxydul enthalten muß; auf diese Düngmittel und deren dem Gips ähnliche Wirkung habe ich bereits früher hingewiesen und ebenfalls darauf, daß die Aschen dieser Kohlen oftmals sehr reich sind an schwefelsaurem Kalke oder Gips und in diesem Falle auf Kleesaaten und unter Umständen auch auf Wiesen mit Vortheil angewendet werden können. Der Eisenvitriol darf jedoch, wegen seiner beizenden Eigenschaft, nicht direkt mit der jungen Pflanze in Berührung gebracht werden, wenigstens nur dann, wenn er in sehr verdünnter wässeriger Auflösung sich befindet. Dasselbe ist zu beobachten, wenn man die freie Schwefelsäure als Düngmittel anwendet, wozu sie in neuerer Zeit namentlich für Wiesen empfohlen worden ist; sie wird nicht selten günstig wirken, wie denn überhaupt die Vermehrung der Schwefelsäure im Boden oft einen günstigen Erfolg für die darauf gedeihenden Pflanzen zu haben scheint. Ich halte es jedoch für überflüssig, die von Tinzmann und von Reyne bei der Anwendung der verdünnten Schwefelsäure auf Wiesen und bei der Kultur des Klees und des Weizens erhaltenen unbestimmten Resultate näher mitzutheilen, namentlich da eine so geringe Quantität (8 bis 10 Kil. auf die Fläche eines ganzen Hectare mit Wasser vermischt ausgegossen), wie sie von dem ersteren angewendet wurde, unmöglich eine auffallende Wirkung äußern konnte. Es braucht kaum erwähnt zu werden, daß alle diese schwefelsäurehaltigen Düngstoffe im Boden sehr bald zu der Entstehung einer dem Schwefelsäuregehalte entsprechenden Menge von Gips Veranlassung geben und dann so wirken, als wenn dieser Stoff direkt den Bestandtheilen des Bodens beigemischt worden wäre.

Ein mineralisches Düngmittel, welches häufig auf Kleefelder und Wiesen ausgestreut wird und dem Gips ganz ähnliche Wirkung äußert und äußern muß, weil Gips den vorherrschenden Bestandtheil ausmacht, ist das Düngesalz, welches als Kesselstein bei der Salzgewinnung in den Salinen und namentlich, wo Gradirwerke vorkommen, als sogenannter Dornenstein sich bildet und in der Regel zu sehr billigen Preisen zu haben ist. Es besteht

der Kessel- und Dornenstein aus verschiedenen löslichen und besonders schwer- und unlöslichen Salzen, welche aus den Soolwassern sich ausscheiden. Als Beispiel der procentischen Zusammensetzung dieses Düngmittels gebe ich zwei von A. Stöckhardt ausgeführte Analysen, von denen die erste das auf der Saline zu Kötzschau, die andere das auf der Saline zu Teudit gewonnene Düngesalz betrifft. Die Proben waren längere Zeit bei 20° getrocknet worden.

	1.	2.
Kochsalz	5,26	0,28
Chlorkalium	3,04	0,43
Chlorcalcium	0,19	0,60
Chlormagnesium	1,21	0,15
Glaubersalz	5,02	0,32
Bittersalz	1,88	0,18
Schwefelsaures Kali	1,23	1,44
Kohlensaurer Kalk	7,86	3,30
Kohlensaure Magnesia	0,37	0,25
Eisenoxyd	0,68	0,42
Thonerde	2,33	1,60
Kieselerde	1,80	1,95
Gips	52,75	70,12
Wasser und organische Stoffe	15,56	18,80
	99,78	99,84

Aus diesen Analysen ersieht man, daß die verschiedenen Bestandtheile in wechselnden Quantitäten vorhanden sind, die Abweichungen in der Zusammensetzung beider Düngesalze werden fast allein durch den größeren oder geringeren Gehalt an Gips als den vorherrschenden Bestandtheil verursacht. Uebrigens sind in jenen Düngesalzen alle Mineralkörper vorhanden, welche unter den Aschenbestandtheilen der Pflanzen vorkommen, mit alleiniger Ausnahme der Phosphorsäure, von welcher in Nr. 1 nur höchst geringe Spuren nachgewiesen werden konnten.

3. Kalk und Mergel.

Der auf der Erdoberfläche in großer Menge vorkommende Kalkstein ist in seinen reinsten Abarten eine einfache Verbindung von Kalkerde mit Kohlensäure und zwar sind in 100 Theilen des völlig reinen Kalksteins enthalten:

Kalkerde	56,0	Proc.
Kohlensäure	44,0	„

Der in der Natur im Großen, als Gebirgsart, vorkommende Kalkstein hat aber niemals eine so einfache Zusammensetzung, sondern es finden sich stets größere oder geringere Quantitäten von zufälligen und fremdartigen

stoffen beigemischt, unter welchen als die gewöhnlicheren Thon, Quarzsand nd feinzertheilte Kieselerde, Eisen- und Manganoxyd, oft auch kohlige Sub- anzen zu nennen sind. Je reiner der Kalkstein ist, einen desto fetteren Kalk ilbet er nach dem Brennen und Löschen, desto mehr wird sein Volumen urch die letztere Operation vergrößert und um so mehr erhitzt er sich beim öschen; der sogenannte magere Kalk entwickelt im gebrannten Zustande beim öschen fast gar keine Wärme, was durch den Gehalt einer größeren Menge von Magnesia und Thon bedingt zu sein scheint, wodurch er zur Verwendung als Mörtel weniger tauglich wird, während er als Düngmittel noch immer benutzt verden kann, wenn nur die Kalkerde den vorherrschenden Bestandtheil bildet. Die hydraulischen Kalke gehören ebenfalls zu den Kalkarten, welche nach dem Brennen in Berührung mit Wasser sich nur wenig erhitzen; sie haben aber die wichtige Eigenschaft, als Mörtel unter Wasser zu erhärten, eine Fähigkeit, welche von der Gegenwart und innigen Beimengung einer gewissen Menge Thon abhängig ist. Vielfache Analysen haben bewiesen, daß der Kalk schon hinreichend hydraulisch wird, wenn der Stein vor dem Brennen 15 bis 20 Prc. Thon enthält; Kalksteine, in welchen sich 30 Prc. Thon vorfinden, liefern einen Kalk, welcher im höchsten Grade hydraulisch ist. Während des Glühens und Brennens der hydraulischen Kalksteine wirken die Bestandtheile des Thons (Kieselerde und Thonerde) auf den Kalk ein, und es bildet sich basisch kieselsaure Kalk- und Thonerde; in Berührung mit Wasser nehmen diese neu entstandenen Verbindungen Wasser nach und nach auf, werden dadurch fest und da sie in Wasser unlöslich sind, so bewahren sie ihre Festigkeit und erhöhen diese immer mehr. Die folgenden Analysen Berthier's geben die Zusammensetzung verschiedener Kalksteine, welche theils fetten, theils aber hydraulischen Kalk erzeugten:

	Benennung der Kalkarten.	Kalkerde.	Magnesia.	Eisenoxyd.	Thon und Quarz.	Kohlensäure.	Kohlensaurer Kalk.	Fremdartige Stoffe.
Kalksteine für fetten Kalk.	Weißer Marmor von Carrara	55,4	0,4	—	1,0	43,2	98,1	1,9
	Jurakalk	54,6	0,9	—	1,5	43,0	96,5	3,5
	Grobkalk von Paris	55,6	—	—	1,5	42,9	98,5	1,5
	Süßwasserkalk von Nemours	54,8	0,9	—	1,0	43,3	97,0	3,0
	Süßwasserkalk von Oeningen	50,4	1,8	—	6,9	40,9	89,3	10,7
Kalksteine für hydraulischen Kalk.	Kalk von Nismes	46,7	1,9	—	13,4	38,0	82,5	17,5
	Jurakalk (Chaulnay)	50,5	1,4	—	7,8	40,3	89,2	10,8
	Jurakalk (Saint Germain)	52,4	0,2	—	7,6	39,8	85,8	14,2
	Kalk von Metz	43,2	1,6	2,7	15,9	36,8	76,5	23,5

Das sogenannte Kalken des Ackers besteht darin, daß man den gebrannten Kalk, nachdem er gewöhnlich in Haufen mit Erde bedeckt durch Ein-

saugung der atmosphärischen Feuchtigkeit nach und nach gelöscht worden ist, in dem dadurch hervorgebrachten fein und locker pulverförmigen Zustande auf den Acker ausstreut und flach untereggt. Das Brennen und Löschen des Kalkes sind Operationen, welche bei der Anwendung dieses Minerals als Düngmittel unumgänglich nothwendig sind, denn theils würde das mechanische Zerstampfen des rohen, oft sehr harten Kalksteines große Kosten verursachen, besonders aber wird der Kalk durch jene chemischen Mittel in einen Zustand feiner Zertheilung versetzt, wie es nöthig ist, wenn er als Düngmittel eine kräftige Wirkung äußern soll. Der gebrannte Kalk löst sich in ungefähr 630 Theilen kalten Wassers auf; das Kalkhydrat ist viel weniger ätzend als der gebrannte Kalk, hat jedoch immer noch deutliche und ziemlich stark alkalische Eigenschaften. Das Kalkhydrat und das Kalkwasser absorbiren mit großer Begierde freie Kohlensäure; der neugebildete kohlensaure Kalk unterscheidet sich von dem ursprünglichen Kalkstein nur durch seinen fein pulverförmigen Zustand, welcher eben so vollkommen ist, wie er durch die Zersetzung der Gipslösung mit einem kohlensauren Alkali hervorgebracht wird.

Der Kalk wird nicht ausschließlich zu einzelnen Pflanzen oder zu einer gewissen Familie derselben als Düngmittel verwendet; in einigen Gegenden wird zu Kartoffeln oder Rüben gekalkt, in andern vor der Kultur des Klees, in anderen nach dem Umbrechen der Kleestoppeln vor der Einsaat des Weizens. Hinsichtlich des Grades der Wirkung einer Kalkdüngung liegen wenige genaue Versuchsresultate vor; von vorne herein läßt sich aber behaupten, daß die Bodenbeschaffenheit auf die Wirkung des Kalkes von sehr großem Einfluß sein muß, keineswegs der Umstand allein, ob in dem Boden bereits größere oder geringere Mengen von Kalk vorhanden sind, sondern nicht weniger der physikalische Zustand, in welchem die Ackerkrume sich befindet; auch die klimatischen Verhältnisse müssen von Bedeutung sein für die Wirkung des Kalkes.

Im sächsischen Erzgebirge wendet man häufig den Kalk, entweder für sich allein oder mit Asche vermischt, bei der Kultur von Kartoffeln an und namentlich im nassen und kalten Thonboden mit großem Erfolge. Ein Versuch, den ich auf dem Rittergute Brösa im Jahre 1848 mit den Kartoffeln anzustellen Gelegenheit hatte, fiel ebenfalls zu Gunsten dieser Düngung aus, indem der Ertrag bei Anwendung des Kalkes zu dem mittelst der Düngung mit gewöhnlichem Stallmiste sich verhielt wie 93 zu 82, es war zu jeder Kartoffel durchschnittlich $1^3/_5$ Loth oder etwa 24 Gramme Kalk gestreut worden. Auch bei der Gerste war der Erfolg einer Kalkdüngung sichtbar.

Die Anwendbarkeit des Kalkes als Düngmittel ist zum großen Theile abhängig von der geognostischen Beschaffenheit des Untergrundes und von

den Mischungsverhältnissen, in welchen die vorherrschenden Bestandtheile der Ackerkrume vorhanden sind; ich habe schon früher erwähnt, daß der Kalk vorzugsweise in den Bodenarten seine günstige Wirkung äußert, welche durch Verwitterung des Granits, Porphyrs, Gneis und Glimmerschiefers und besonders auch des Thonschiefers entstanden sind, da in diesen Gesteinen der Kalk als wesentlicher Bestandtheil zu fehlen pflegt. Je nachdem die Bodenart eine mehr zäh-tonige oder eine sandig-lockere Beschaffenheit besitzt, wird der Kalk in größeren oder geringeren Quantitäten ausgestreut werden können, auch wird man in einem kalten, feuchten Klima größere Mengen noch mit Vortheil auf den Acker bringen, als wo ein solches Klima nicht herrscht. Aus diesen Gründen sind auch die Angaben der Schriftsteller über die anzuwendenden Quantitäten bei der Kalkdüngung außerordentlich verschieden. In England z. B. bringt man, wenn der Boden thonig ist, manchmal 20,000 bis 25,000 Kil., bei leichterem Boden 12,000 bis 15,000 Kil. Kalk auf die Fläche eines Hectare; in Frankreich wendet man viel weniger an, höchstens 5000 bis 6000 Kil., und zwar alle 7 bis 8 Jahre, in Belgien alle 10 bis 12 Jahre nur etwa 4000 und im Innern von Deutschland noch weniger; so z. B. in der sächsischen Oberlausitz, wo diese Düngungsart bei den kleineren, wie bei den größeren Landwirthen sehr verbreitet ist, alle 6 bis 8 Jahre ungefähr 1000 bis höchstens 2000 Kil. auf die Fläche eines Hectare. Ueberall aber ist auch bei diesem Düngmittel zu beachten, daß unter gewissen klimatischen Verhältnissen für jede Bodenart und für den Anbau einer jeden Pflanze ein Maximum besteht, bis zu welchem die Kalkdüngung noch Vortheil bringt, über welches hinaus aber der Mehrertrag nicht allein die Kosten nicht mehr deckt, sondern sogar eine Verminderung der Ernte in Qualität und Quantität bewirkt. Daß dieses Maximum aber für verschiedene Pflanzen sehr verschieden ist, ersieht man aus den im Folgenden mitgetheilten Resultaten von Versuchen, die in ähnlicher Weise und unter denselben Boden- und Witterungsverhältnissen im Jahre 1849 ausgeführt wurden, wie diejenigen, welche zur Prüfung der Wirkung des Kochsalzes, der Pottasche und anderer Mineralsalze angestellt wurden, und deren Resultate oben mitgetheilt worden sind.

Nr.	Menge des Kalkes auf 1 Hectare.	Resultate der Versuche mit Gerste.			Haferstroh auf 1 Hectare.	Buchweizenstroh auf 1 Hectare.
		Stroh und Spreu auf 1 Hectare.	Körner auf 1 Hectare.	Verhältniß des Strohes zu den Körnern.		
	Kil.	Kil.	Kil.		Kil.	Kil.
1.	—	6210	4174	2,97 : 2	8694	3051
2.	4500	+ 1836	+ 588	3,38 : 2	— 594	+ 2241
3.	9000	+ 2146	+ 767	3,36 : 2	— 270	+ 1917
4.	15750	— 1080	— 2500	6,14 : 2	+ 2430	+ 3567

Die Nachwirkung des aufgebrachten Kalkes war im folgenden Jahre in dem günstigen Gedeihen des Klees sehr deutlich. Obgleich diese Versuche nicht zahlreich genug waren, als daß sie recht bestimmte Resultate hätten liefern können, so bemerkt man doch, daß bei der Gerste durch den Kalk zuerst der Ertrag sich erhöhte, wenn auch nicht so bedeutend, wie dies bei Anwendung anderer Mineraldünger, z. B. des Kochsalzes, der Fall war; nach Ueberschreitung eines gewissen Maximums nahm aber der Ertrag in Qualität sowohl als in Quantität sehr merklich ab. Die Kultur des Hafers hat in diesen Versuchen keine deutlichen Resultate geliefert, wie überhaupt auch bereits früher angedeutet wurde, daß Beschaffenheit und Düngungszustand des Bodens nicht der Körnerproduktion des Hafers zusagte. Deutlich dagegen zeigt es sich, daß der Buchweizen bei Gegenwart einer großen Quantität von Kalk im Boden sehr gut gedeiht und noch einen ausgezeichnet hohen Ertrag liefert bei Anwendung einer Menge des Kalkes, welche der Gerste nicht mehr zusagt. Diese Erscheinungen und Thatsachen sind begründet in der physikalischen Beschaffenheit des Bodens und in den Veränderungen, die in dieser Hinsicht bei Anwendung größerer oder geringerer Quantitäten von Kalk in der Ackerkrume hervorgebracht werden.

Ich brauche kaum zu erwähnen, daß durch Kalk keineswegs der gewöhnliche Dünger ersetzt werden kann; es ist bekannt genug, daß der Kalk nur dann sich wirksam zeigt, wenn noch wirklich nährende, namentlich stickstoffhaltige Stoffe im Boden vorhanden sind, wenn dieser also noch auf einer gewissen Höhe von Kraft und Ertragsfähigkeit sich befindet. Wohl aber muß ich darauf aufmerksam machen, daß der Kalk, wenn er eine deutliche Wirkung äußern soll, keineswegs wie der Gips einen humosen, milden, warmen, tiefgründigen, in möglichst hoher Kultur befindlichen Boden verlangt, sondern daß der Kalk *gerade für einen widerspenstigen, strengen, thonigen und kalten, wenig humushaltigen und mäßig kultivirten Boden, für ein verhältnißmäßig rauhes und kaltes Klima, also unter Verhältnissen eine hohe Bedeutung für die Hebung des Ackerbaues und der durch denselben erzielten Erträge erhält, unter welchen für gewöhnlich der Gips als unwirksam bekannt ist.*

Ueber die Ursache der unter gewissen Verhältnissen sehr günstigen Wirkung des Kalkes auf die Erhöhung der Ertragsfähigkeit des Ackers oder hinsichtlich der *Theorie des Kalkens* kann man, meiner Ansicht nach, gegenwärtig kaum noch in Zweifel sein, wenn man nur klar die Bedingungen und namentlich die Bodenbeschaffenheit sich vergegenwärtigt, unter welchen die Pflanzen im Allgemeinen am besten gedeihen und das Gedeihen bestimmter

Gewächse insbesondere gefördert wird. Ich sehe die Ursache der günstigen Einwirkung des Kalkes in den bekannten Eigenschaften dieses Stoffes begründet. Der Kalk wirkt nämlich auf doppelte Weise günstig, theils direkt ernährend für die Pflanze, theils aber die Ernährung der Pflanze vermittelnd, also indirekt das Wachsthum derselben befördernd; die letztere Art der Wirksamkeit erstreckt sich sowohl auf die chemische Zusammensetzung der Ackerkrume, als auch auf die physikalische Beschaffenheit derselben.

Auf die direkte Ernährungsfähigkeit des Kalkes für die Pflanzen ist bis in die neueste Zeit zur Erklärung der Wirkung dieses Mineralkörpers großes Gewicht gelegt worden; man hat geglaubt, durch Kalkdüngung einem kalklosen oder kalkarmen Boden diesen Bestandtheil zuführen zu müssen, damit nämlich dadurch den Pflanzen die Möglichkeit dargeboten werde, soviel von diesem Körper dem Boden zu entziehen, als bei einer üppigen Entwicklung in den Organismus derselben übergehen muß. Diese Fähigkeit des Kalkes, von gewissen Pflanzen in ziemlich bedeutender Menge aufgenommen zu werden, kann aber nicht die Hauptursache der günstigen Wirkung des Kalkes sein. Ich habe schon früher angedeutet, daß bei einer ganz gewöhnlichen Düngung mit Stall- und Hofmist eine größere Menge Kalk in den Boden gebracht wird, als auch durch die üppigsten Ernten ihm entzogen wird; es wird also, bei fortgesetzter Kultur, fortwährend die Ackerkrume an Kalkgehalt zunehmen und es läßt sich behaupten, daß fast eine jede Ackerkrume, im Vergleich zu der auf ihr erzeugten vegetabilischen Masse, einen Ueberschuß an Kalk besitzt, wenn man diesen Stoff nur als direktes Nahrungsmittel für die Pflanze ins Auge faßt. Bei einer Kalkdüngung, wie sie in der Regel in Deutschland oder in Belgien und Frankreich vorgenommen wird, bringt man soviel Kalk in den Boden, daß jährlich allein in Folge dieser der Ackerkrume beigemischten Kalkmenge zur Absorption durch die Pflanzen eine Quantität von 300 Kil. für die Fläche eines Hectare disponibel wird, während mit den Ernten durchschnittlich nur 50 Kil. Kalk dem Boden entzogen werden. Ein Beispiel aus Frankreich wird mitgetheilt, wo durch Kalk eine so ausgezeichnete Verbesserung bewirkt wurde, daß der Ertrag an Winterhalmfrüchten sich verdoppelte und dieses wurde auf die Weise erreicht, daß in einem Zeitraume von 9 Jahren einer Fläche Landes von 32 Hectaren allmählig ungefähr 300,000 Kil. Kalk zugeführt wurden, welches auf ein Jahr und ein Hectare berechnet fast 1050 Kil. ausmacht. Es ist bekannt, daß häufig die Kalkdüngung noch einen günstigen Erfolg äußert, wo schon bedeutende Mengen von Kalk unter den Bodenbestandtheilen sich vorfinden, wenigstens hinreichend, um Hunderte von Ernten vollständig mit diesem Nahrungsstoffe zu versorgen. Way bemerkt z. B., daß der Kalk auf den Bodenarten

des London-Thons in der Nähe von Farnham überall mit großem Erfolg angewendet wird. Dieser Thon enthält immer, wie vielfache chemische Untersuchungen erwiesen haben, eine beträchtliche Menge von kohlensaurem Kalk in der Form von Kalkfragmenten. Auch auf den Bodenarten des Gault-Thons, welcher eine sehr beträchtliche Menge Gips enthält, wirkt die Kalkdüngung überaus günstig. Endlich weiß man, daß die Düngung mit Kalk keineswegs die Fruchtbarkeit des Ackers allein und vorzugsweise für diejenigen Pflanzen steigert, welche wie der Klee verhältnißmäßig viel Kalk in sich aufnehmen, sondern daß die günstige Wirkung ebenso gut, ja oft sogar vorzugsweise an den Halmfrüchten, namentlich bei der Kultur des Weizens beobachtet wird.

Ich halte aus den angedeuteten Gründen den unmittelbaren Uebergang des Kalkes aus dem Boden in die Pflanze für die Erklärung der günstigen Wirkung dieses Düngmittels für ziemlich bedeutungslos; mir erscheint die *vermittelnde Wirkung des Kalkes zwischen den Bestandtheilen des Bodens und dem Organismus der Pflanze* von weit größerer Wichtigkeit. Wenn der gebrannte Kalk durch Anziehung von Wasser allmälig zu einem weichen, lockeren, voluminösen Pulver zerfallen ist, in diesem Zustande auf den Acker ausgestreut und mit dessen Bestandtheilen vermischt wird, so wirkt er ätzend und zerstörend auf alle im Boden enthaltenen organischen Stoffe, weil ihm ein großes Bestreben eigen ist, mit der Kohlensäure, welche er durch das Brennen verloren hat, sich wiederum zu verbinden. Er befördert daher die Zersetzung der humusartigen Bestandtheile des Bodens, die schnellere Entwicklung und Abscheidung der Kohlensäure aus denselben; so lange noch Aetzkalk im Boden enthalten ist, wird die freiwerdende Kohlensäure von demselben absorbirt und also auch deren Uebergang in die Pflanze aus dem Erdboden zum Theile verhindert. Wenn wir gleichwohl, obgleich die Kohlensäure durch den Kalk im Boden theilweise zurückgehalten wird, die Pflanze selbst schneller sich entwickeln und üppiger sich entfalten sehen, so ergiebt sich hieraus, daß einmal in der umgebenden Atmosphäre zur Erzeugung der vegetabilischen Masse Kohlensäure in ausreichender Menge vorhanden sein muß, und ferner, daß bei der durch den Kalk beschleunigten Zerstörung der organischen im Boden enthaltenen Düngstoffe noch ein anderer Körper frei wird, welcher das Wachsthum der Pflanze zu fördern vermag. Dies ist in der That der Fall; jede Art von Humus enthält immer eine größere oder geringere Menge von chemisch gebundenem Stickstoff oder von fertig gebildetem Ammoniak, und bei der vollständigen Zerstörung des Humus wird eine dem ursprünglichen Stickstoffgehalte entsprechende Quantität Ammoniak in den freien Zustand übergehen, und da bekanntlich das Ammoniak in hohem Grade

die Fähigkeit besitzt, das Wachsthum der Pflanzen zu fördern, so sehe ich auch durch die unter dem Einfluß des Kalkes beschleunigte und vermehrte Entwicklung des Ammoniaks einen großen Theil der Wirkung dieses Düngmittels erklärt, denn der Aetzkalk vermag sich nur mit der durch Zerstörung des Humus freigewordenen Kohlensäure zu verbinden, kann aber nicht verhindern, daß die ganze Menge des gleichzeitig gebildeten Ammoniaks gasförmig entweicht, oder in Wasser aufgelöst von den Wurzeln der Pflanze aufgenommen wird. Daß der Kalk noch auf andere Bestandtheile der Ackerkrume chemisch verändernd einwirkt, ist wahrscheinlich, namentlich ist zu erwähnen, daß die leichtere Lösung der fixen Alkalien, die stets die Folge sein wird von einer beschleunigten Zerstörung des Humus im Boden und von einer mechanischen Durchdringung des Thones durch den Kalk, ebenfalls fördernd auf das Gedeihen der Pflanzen einwirkt. Jedoch ist es zweifelhaft, ob der zuletzt angedeuteten Wirkung des Kalkes eine große Bedeutung zuzuschreiben ist; wenigstens hat man in England mehrfach beobachtet, daß auf Bodenarten, auf welchen der Kalk einen sehr günstigen Erfolg zeigte, die direkte Düngung mit löslichen Salzen der Alkalien fast ohne alle Wirkung blieb.

Außer dem im Humus in organischer festerer Verbindung enthaltenen Stickstoff findet man in jedem fruchtbaren und seit längerer Zeit kultivirten Boden eine größere oder geringere Menge von fertig gebildetem Ammoniak, welches entweder mit humusartigen Substanzen oder auch mit dem Thon in chemischer Verbindung zugegen ist und gleichfalls oft nicht hinreichend schnell in den löslichen Zustand überzugehen vermag, um den Pflanzen die zu ihrer üppigen Entwicklung nöthige Menge Ammoniak zu liefern. Auf dieses schon fertig gebildete Ammoniak muß der Kalk zunächst lösend einwirken, wie auch von Way durch direkte Versuche nachgewiesen wurde. Die im Folgenden in ihren Resultaten mitgetheilten Versuche Way's betreffen auch die Frage, ob durch das Kalken des Bodens die absorbirende Kraft des letzteren für das kohlensaure Ammoniak, welches in der Atmosphäre verbreitet ist, eine Aenderung erleidet. Es wurden verschiedene Bodenarten dem Versuche unterworfen: 1. Ackerkrume aus dem London-Thon, 2. derselbe Boden aus $1^1/_2$ bis 2 Fuß Tiefe, 3. derselbe Boden aus $3^1/_2$ Fuß Tiefe, 4. Lehmboden aus der Geschiebeformation, 4 Fuß unter der Oberfläche, 5. Gault-Thon, von der oberen Schicht, 6. derselbe Boden, 4 Fuß unter der Oberfläche.

Ammoniak in 1000 Grm.	1. Grm.	2. Grm.	3. Grm.	4. Grm.	5. Grm.	6. Grm.
1. Des natürlichen Bodens .	0,293	0,1815	0,085	0,1099	0,1274	0,063
2. Des gekalkten Bodens . .	0,1092	0,1027	0,0404	0,0502	—	0,041
3. Des gekalkten und Ammoniakdämpfen ausgesetzten Bodens	2,226	2,066	3,297	1,0765	3,265	1,827
4. Des natürlichen und Ammoniakdämpfen ausgesetzten Bodens	1,906	2,557	3,286	1,0970	2,615	2,028

Es ergiebt sich aus diesen Versuchen, daß der Kalk, bei Gegenwart von Wasser, im Durchschnitt fast genau die Hälfte des ursprünglich im Boden enthaltenen Ammoniaks gelöst und verflüchtigt hat. Durch die Behandlung des Bodens mit einer Kalklösung ist die Fähigkeit desselben, eine größere Menge kohlensaures Ammoniak zu absorbiren und auch beim Trocknen zurückzuhalten, nicht wesentlich verändert worden, nur in zwei Fällen bemerkt man in Folge der Kalkdüngung eine Zunahme des Absorptionsvermögens und zwar gerade in den oberen Schichten des kultivirten Bodens. Die Lösung des in jedem Boden enthaltenen Ammoniaks durch den Kalk erklärt ohne Zweifel zum großen Theil die günstige Wirkung dieses Düngmittels und es ergiebt sich zugleich, daß die erfahrungsmäßig nöthige Vorsicht bei der Anwendung des Kalkes darin begründet ist, daß die Vermischung einer zu großen Menge Kalk mit dem Boden auch einen beträchtlichen Verlust des Ammoniaks, dieses für den Landmann so werthvollen Pflanzennahrungsmittels, bewirken muß. Es wird nämlich in einem gewissen Zeitraume mehr Ammoniak löslich, als von der Vegetation aufgenommen und verarbeitet werden kann, während bei einer mäßigen, aber öfters wiederholten Kalkdüngung das Ammoniak nach und nach den Pflanzen zugänglich und vollständig von denselben assimilirt werden kann. Die in den obigen Versuchen durch Kalkdüngung aus dem Boden entfernte Menge des Ammoniaks, für die Fläche eines Hectare und für eine Tiefe von 8 Zoll berechnet, entspricht einer Guanoquantität von beinahe 2000 Kil., würde also genügen, wenigstens 6 bis 7 Jahre lang die auf diesem Boden kultivirten Pflanzen mit der erforderlichen Stickstoffnahrung vollständig zu versorgen.

Es bleibt nun noch ein anderer Einfluß des Kalkes zu erörtern übrig, ein Einfluß, dem ich hinsichtlich der Theorie des Kalkens gleichfalls eine große Bedeutung zuschreiben möchte, ich meine nämlich den Einfluß des Kalkes auf die Verbesserung der physikalischen Beschaffenheit des Bodens. Wenn der an der Luft zerfallene Kalk durch mechanische Mittel in möglichst innige Mischung mit den übrigen Bestandtheilen

der Ackerkrume gebracht ist, so wird auf chemischem Wege diese Mischung nach und nach eine noch weit vollständigere werden. Der Aetzkalk ist in Wasser, wenn auch schwer, auflöslich; sobald diese Auflösung erfolgt, dringt dieselbe in alle Poren und Zwischenräume des Bodens ein, sie tritt mit den kleinsten Theilchen des Thones und des Humus in Berührung, befördert dadurch, wie schon angedeutet wurde, die Zersetzung des letzteren, bis der Kalk durch seine allmälig erfolgte Verbindung mit Kohlensäure seine ätzenden und zerstörenden Eigenschaften, und damit auch seine Auflöslichkeit in Wasser verloren hat; der ausgeschiedene kohlensaure Kalk bleibt daher im fein zertheilten Zustande zwischen den Thon-, Sand- und Humustheilchen in der Ackerkrume zurück und wird die Zähigkeit und Bindigkeit des Thons mäßigen, die Bestandtheile des Bodens werden leichter auseinanderfallen, die Undurchlässigkeit gegen das Wasser wird eine geringere. Es ist in dieser Eigenschaft des Kalkes, wie ich glaube, in vielen Fällen ein großer Theil seiner günstigen Wirkung begründet; denn es ist bekannt, daß ein Boden dann die größte Fruchtbarkeit besitzt, wenn er bei einem bedeutenden Grade der Auflockerung und bei möglichst großer Tiefe der Ackerkrume, noch hinlänglich wasserhaltende und wassersaugende Kraft besitzt, so wie die Fähigkeit, leicht von der Sonne durchwärmt und dadurch zu einer immer größeren Thätigkeit angeregt zu werden, alles Eigenschaften, welche dem Kalk- und namentlich dem sogenannten Mergelboden, welcher vorzugsweise milde, warm und thätig ist, im hohen Grade zukommen. Es wird aber durch das Kalken auf künstliche Weise ein Mergel im Boden, nämlich ein ganz inniges Gemenge von Thon und Kalk gebildet, welches beim Austrocknen leicht auseinander fällt und auch im feuchten Zustande keine große Bindigkeit mehr besitzt. Aus diesem Grunde wird auch der Kalk bei einem zähen, nassen und kalten Thonboden die besten Dienste leisten, selbst in dem Falle, wenn schon ziemlich viel Kalk in demselben vorhanden ist, aber noch nicht genug, um die hier angedeutete Verbesserung der physikalischen Beschaffenheit vollständig bewirken zu können. Dagegen ist die Wirkung des Kalkes in einem sandigen, an sich schon lockeren Boden nur unbedeutend, selbst wenn auch in demselben sehr geringe Mengen von Kalk vorhanden sind, und wenn nicht vielleicht dem Sande so viel Humus beigemischt ist, daß der Boden dadurch schwammig, naß und leicht zur Säure geneigt erscheint; in dem letzteren Falle findet der Kalk wiederum sehr zweckmäßig Anwendung, um einen Theil des vorhandenen Humus zu zerstören, den zurückbleibenden aber zu binden und dadurch dem Boden die nöthige alkalische Reaction und zu gleicher Zeit eine geringere wasserhaltende, aber eine größere wärmehaltende Kraft zu verleihen.

Ueber den Mergel habe ich jetzt nur wenige Bemerkungen noch hinzu-

zufügen; seine Wirkungsart und die Ursache dieser Wirkung ist ganz dieselbe wie ich sie ausführlich bei dem Kalke auseinandergesetzt habe. Auch bei dem Mergel erklärt sich der Erfolg keineswegs durch die direkte Ernährungsfähigkeit des in demselben enthaltenen Kalkes, sondern weit mehr durch seinen günstigen Einfluß auf die physikalische Beschaffenheit des Bodens. In den Ländern, wo der Mergel beinahe den unmittelbaren Untergrund der Ackerkrume bildet, wo derselbe schon 1 bis 2 Fuß tief unter der Erdoberfläche sich abgelagert hat, wie es z. B. an sehr vielen Orten an der Ostküste Schleswig-Holsteins der Fall ist, da kann man unmöglich annehmen, daß nicht in der Ackerkrume so viel Kalk sollte vorhanden sein, daß die in derselben wachsenden Pflanzen vollständig und auf's Reichlichste mit diesem Nahrungsstoffe versehen werden können, und doch lehrt die Erfahrung, daß der Mergel auch hier mit großem Erfolge angewendet wird, namentlich auf einem thonigen und zur Nässe geneigten Boden. Der Mergel besitzt die beim Kalke besprochene Wirkung zur Verbesserung des physikalischen Zustandes im Boden in einem fast noch höheren Grade, als der Kalk; der Mergel ist schon das, was durch den Kalk erst im Boden erzeugt werden soll, nämlich eine innige und vollständige Mischung von Thon und Kalk. Der Mergel macht den Boden milder, lockerer und thätiger, weil er an der Luft leicht zu einem feinen Pulver zerfällt; diese wichtigste Eigenschaft beruht auf der innigen mechanischen Mischung beider den Mergel zusammensetzenden Stoffe und auf deren verschiedenem Verhalten beim Austrocknen und bei der Erwärmung. Der Thon nämlich zieht sich beim Austrocknen stark zusammen, während der fein zertheilte Kalk sein Volumen behält, beide Körper vermindern bei der Erhöhung der Temperatur in verschiedenem Grade ihren Umfang, und in Folge dieser Erscheinung muß nothwendig der Mergel, wenn er längere Zeit an der Luft liegt und abwechselnd einer hohen und niederen Temperatur, dem Austrocknen und der Nässe ausgesetzt ist, seine Bindigkeit verlieren und zu einem lockeren, voluminösen Pulver zerfallen. Dies ist zum Theil die Ursache, weshalb man gewöhnlich den Mergel eine Zeitlang den Einflüssen der Atmosphäre aussetzt, ehe man ihn in den Boden bringt und mit dessen Bestandtheilen vermischt; wollte man ihn sofort unterackern und eineggen, so würde er noch längere Zeit im Boden seinen Zusammenhang behalten und hier also nicht so schnell die Wirkung hervorbringen, welche man bei Anwendung dieses Verbesserungsmittels zu erlangen wünscht.

Die Anwendung des Mergels erstreckt sich auf eine größere Mannichfaltigkeit von Bodenarten, als die des Kalkes; der Mergel hat nämlich hinsichtlich der quantitativen Verhältnisse seiner beiden Hauptbestandtheile, des Thones und des Kalkes, eine sehr abweichende Zusammensetzung. Je nachdem

r Mergel den einen oder anderen Bestandtheil in vorherrschender Menge
tthält, wird er Thon- oder Kalkmergel genannt; während der Kalk-
ergel in allen nicht schon hinlänglich kalk- oder mergelhaltigen Bodenarten,
orzugsweise aber in dem reinen Thonboden gute Dienste leistet, verwendet
an den Thonmergel hauptsächlich zur Verbesserung der physikalischen Be-
haffenheit des Sandbodens, und wenn verschiedene Arten von Mergel dem
andwirthe zu Gebote stehen, so kann der letztere nach und nach die Abwei-
ungen in dem Zustande seiner Bodenarten aufheben und diese schließlich
uf den, unter den vorhandenen Umständen, höchsten Grad relativer Frucht-
arkeit erheben.

Aus den im Folgenden mitgetheilten, von Krocker ausgeführten Ana-
lysen mehrerer Arten von Mergel wird man ersehen, wie sehr der Gehalt an
ohlensaurem Kalke in denselben variirt, obgleich diese Abweichungen in der
usammensetzung noch bedeutender sein können, als sie aus der folgenden
Uebersicht sich ergeben. Zugleich bemerkt man aus den Resultaten dieser Analy-
en, daß die Mergel sämmtlich in größerer oder geringerer Menge andere Be-
tandtheile enthalten, nämlich kohlensaure Magnesia, außerdem fixe Alkalien
und Ammoniak, welche Stoffe überall in Verbindung mit dem Thon auftreten,
und die Gegenwart des Ammoniaks in dem Mergel ist um so weniger auf-
fallend, wenn man die geognostischen Verhältnisse berücksichtigt, unter welchen
die Mergelablagerungen sich gebildet haben. Diese gehören nämlich, ihrem
Alter nach, häufig den neuesten Bildungen an, welche entstanden sind, als
bereits die Erdoberfläche mit Organismen aller Art bedeckt und bevölkert war,
deren Ueberreste man auch in den Mergeln findet, welche nicht selten zum
großen Theile aus fein zerriebenen Bruchstücken von Muscheln und anderen
Schalthieren bestehen; es ist also sehr natürlich, daß die mineralischen Ueber-
reste von Thieren auch noch mehr oder weniger deutliche Spuren der ursprüng-
lich, bei der Bildung der Mergellager vorhandenen thierischen Stoffe, also
stickstoffhaltige Substanzen in sich einschließen, welche bei der weiteren Fäul-
niß zu der Entstehung von Ammoniak Veranlassung geben können.

Nr.	Kohlensaurer Kalk.	Kohlensaure Magnesia.	Kali.	Wasser.	Thon, Sand und Eisenoxyd.	Ammoniak.
	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.
1.	12,275	0,975	0,087	2,036	84,525	0,0047
2.	14,111	Spuren	0,082	2,146	82,830	0,0077
3.	18,808	1,228	0,092	2,111	76,827	0,0988
4.	20,246	3,211	0,091	1,311	74,325	0,0768
5.	25,176	2,223	0,105	1,934	69,570	0,0736
6.	32,143	1,544	0,101	1,520	64,214	0,0955
7.	36,066	1,106	0,163	1,555	60,065	0,0579

Aus den Resultaten dieser Analysen ist geschlossen worden, daß bei ver-
schiedenem Gehalte an kohlensaurer Kalkerde und Thon eine gewisse Beziehung
zwischen dem Kalk- und Alkaligehalte des Mergels stattfindet, daß, je thon-
reicher der Mergel, unter übrigens gleichen Umständen, desto mehr Alkali
bereits in aufgeschlossenem Zustande vorhanden ist, während der Wassergehalt
in den lufttrocknen Mergeln mit dem steigenden Gehalte an Thon zunimmt.
Außerdem enthält jeder Mergel, wie man sieht, Ammoniak in größerer oder
geringerer Menge; der daran reichste Mergel enthielt 0,098 Proc., also in
10,000 Kil. mehr als 9 Kil., der ärmste dagegen 0,004 Proc. oder in
100,000 Kil. nur 4 Kil.

Man hat den Nebenbestandtheilen des Mergels, dem Kali und dem
Ammoniak, einen bedeutenden Antheil an der günstigen Wirkung dieses Dünge-
mittels zugeschrieben; ein Antheil, der, wenn überhaupt, so doch, wie ich
glaube, nur innerhalb sehr enger Gränzen stattfinden kann. Es ist eher
wahrscheinlich, daß der Mergel zur leichteren Lösung des schon im Boden in
reichlicher Menge vorhandenen Alkalis beiträgt, welches die Folge sein muß
von jeder mechanischen Auflockerung. Auch dem Ammoniak des Mergels
kann ich keine besonders große Wirkung zuschreiben, da ich glaube, daß bei
weitem der größte Theil desselben von dem Thone des Mergels in einem zu
fest gebundenen Zustande zurückgehalten wird, als daß derselbe bei
der raschen Entwicklung der Pflanzen nur in einigermaßen bedeutender Menge
gelöst werden könnte; es verhält sich vielmehr dieses Ammoniak ebenso, wie
der überhaupt fast in jeder Ackerkrume in großer Quantität, oft auf der Fläche
eines Hectare bis zu 1000 Kil. vorhandene Stickstoff, der ebenfalls nur so
langsam aus dem Boden entbunden und von der Pflanze aufgenommen wer-
den kann, daß der Acker, trotz der Gegenwart dieses Stickstoffes, wenn nicht
in bestimmten Zeiten immer auf's Neue stickstoffhaltiger Dünger hinzugefügt
wird, sehr bald in den Zustand der Erschöpfung übergeht. Ich bin der An-
sicht, daß die günstige Wirkung des Kalkes und Mergels fast ausschließlich
auf der Verbesserung des physikalischen Zustandes der Ackerkrume und der
dadurch bewirkten leichteren Zersetzung und Lösung der schon im Boden vor-
handenen Nahrungsstoffe beruht, daß aber die mit jenem Stoffe in den Boden
gebrachten Haupt- und Nebenbestandtheile an der Ernährung der Pflanzen
selbst keinen oder doch nur sehr geringen Antheil haben.

Am Schluß dieses Kapitels muß ich noch einer schon oben angedeuteten
Erfahrung mit wenigen Worten gedenken, die man zuweilen bei der Anwen-
dung des Kalkes und Mergels gemacht hat; es ist dies eine Erscheinung, die
darin besteht, daß nach kürzerer oder längerer Zeit die Kalk- und Mergeldün-
gung aufhört sich wirksam zu zeigen, ja der Acker sogar, bei völliger Gleich-

heit der Kultur, an Fruchtbarkeit abnimmt und in dieser Hinsicht selbst unter den Grad der Ertragsfähigkeit herabsinkt, in welchem er vor der Anwendung des Kalkes und des Mergels sich befand. Der Acker ist dann nur durch Zufuhr von organischen Düngstoffen, und namentlich von solchen, welche zu der Entstehung einer bedeutenden Menge Humus Veranlassung geben, also durch den gewöhnlichen Hof- oder Stallmist, sehr humosen Compost und dgl., auf der gewünschten Höhe der Fruchtbarkeit zu erhalten. Diese Erscheinung tritt hauptsächlich dann besonders deutlich hervor, wenn ein Uebermaß von Kalk oder Mergel zur Anwendung gekommen ist, während, wenn man sich begnügt, allmälig den physikalischen Zustand der Ackerkrume zu verbessern, der nachtheilige Einfluß dieser Verbesserungsmethode in weit längere Zeit hinausgeschoben wird, ja ohne Zweifel bei der gehörigen Vorsicht gänzlich ausbleiben kann und muß. Durch den Kalk wird der Humus sowohl direkt verzehrt, als auch sein Gehalt im Boden auf indirekte Weise vermindert, indem die größere Auflockerung des Bodens die Verwesung des Humus unter den atmosphärischen Einflüssen beschleunigt; es ist ausgemacht, daß jede Pflanze bei einem gewissen Grade der Auflockerung und des physikalischen Zustandes im Boden überhaupt am besten gedeiht und es ist begreiflich, daß dieser Zustand unter verschiedenen klimatischen Verhältnissen ein verschiedener sein muß; endlich sieht man ein, daß eine gleichsam mittlere physikalische Beschaffenheit, wie diese der Mehrzahl der Pflanzen zusagt, im Boden auch den höchst möglichen Grad der Fruchtbarkeit erzeugen wird. Ist nun dieser mittlere Zustand im Boden zu schnell erreicht worden durch Zusatz einer sehr großen Quantität Kalk und Mergel, so muß auch der Humus in demselben Maße schnell verzehrt werden und zwar mehr von diesem Bestandtheil aus dem Boden verschwinden, als in derselben Zeit durch die im Boden bleibenden vegetabilischen Rückstände der Ernten und durch den direkt zugesetzten Dünger wiederum ergänzt wird. Mit dieser Abnahme des Humusgehaltes wird, unter gleichzeitiger Auflockerung des Thones durch den Kalk, die wärmeabsorbirende und haltende Kraft des Bodens auf Kosten der wassersaugenden und haltenden Kraft zu sehr erhöht, es zerfallen die Bestandtheile der Ackerkrume zu einem feinen, staubigen Pulver, welches auf der einen Seite leicht austrocknet, auf der anderen Seite aber bei Gegenwart von Wasser zusammenschwimmt und wasserhart wird. Es scheint mir daher sehr erklärlich, daß mit dem Eintreten eines solchen Zustandes die Fruchtbarkeit des Bodens abnehmen muß, und daß dieser Zustand bis zu einem gewissen Grade schon eingetreten sein kann, ehe sich derselbe in dem äußeren Aussehen der Ackerkrume auf eine auffallende Weise kund giebt. Gleichzeitig mit der Zerstörung des Humus und der Auflockerung des Bodens wird, wie oben nachgewiesen

wurde, auch Stickstoff in der Form von Ammoniak gelöst und wenn die Menge desselben eine beträchtliche ist, auch verflüchtigt; es muß daher die natürliche Fruchtbarkeit oder sein Gehalt an Stickstoffnahrung sich vermindern und dadurch vielleicht nach einigen Jahren die Zufuhr einer größeren Menge von Dünger nothwendig werden. Diese nachtheilige Wirkung des Kalkes und Mergels kann aber nicht stattfinden, wenn man diese zur Verbesserung des Bodens so kräftig wirkenden Mittel nicht in zu großer Menge anwendet.

4. Die Düngung mit Magnesia.

Das Düngen der Felder mit reiner Magnesia oder reiner kohlensaurer Magnesia wird nirgends im Großen ausgeführt werden können, weil eine solche Düngung, wenn auch überhaupt davon ein Vortheil zu erwarten wäre, wegen des seltenen Vorkommens dieser Substanz zu kostspielig sein würde. Dagegen kommt die Magnesia sehr häufig in der Natur zugleich mit der Kalkerde vor, entweder mit dieser in chemischer Verbindung, wie im Dolomit, oder auch nur in mechanischer Mischung, wie in vielen Kalksteinen, welche manchmal $^1/_8$ bis fast $^1/_2$ ihres Gewichtes an kohlensaurer Magnesia enthalten. Es ist oftmals die Frage aufgeworfen worden, ob die Magnesia als Düngmittel schädlich oder nützlich für das Gedeihen der Pflanze wirke, und diese Frage hat man zu Gunsten der einen Ansicht sowohl als der anderen beantwortet.

Es ist nicht wahrscheinlich, daß die Magnesia, wie sie in der Natur vorkommt, in Verbindung mit Kohlensäure und gemengt mit kohlensaurem Kalk einen nachtheiligen Einfluß auf die Vegetation ausübt, denn wir sehen in den Gegenden, wo Dolomitgebirge auftreten, daß die sie bedeckende Ackerkrume, unter sonst gleichen Umständen, keine geringere Fruchtbarkeit besitzt, als diejenige, welche auf reinem Kalksteine lagert, ungeachtet die erstere bedeutende Mengen von Magnesia in sich aufgenommen hat, welche der letzteren fehlen. In den Gegenden, wo unfruchtbare Magnesia-Terrains vorkommen, ist es nicht die Magnesia, welche die Unfruchtbarkeit bedingt und verursacht, sondern die sonstige mangelhafte physikalische und chemische Beschaffenheit der Ackerkrume, genau ebenso, wie unter ähnlichen Verhältnissen in den Kalk-Terrains dieselben Erscheinungen beobachtet werden.

Ein gewisser Gehalt von Magnesia muß in jeder fruchtbaren Ackerkrume enthalten sein, denn alle Pflanzen nehmen eine größere oder geringere Menge von dieser Substanz in ihren Organismus auf, welche, wie es scheint, namentlich in einzelnen Theilen der Pflanze, keineswegs vollständig durch Kalkerde ersetzt und vertreten werden kann; auch ist die Magnesia ein in der Natur so sehr verbreiteter Stoff, daß es fast keine Ackererde giebt, welche nicht ziemlich beträchtliche Quantitäten davon enthielte. Es muß also unter den geeigneten Umständen die Magnesia sogar günstig auf das Wachsthum der Pflanzen

einwirken. Jedoch ist hierbei der physikalische Zustand zu beachten, in welchem die Magnesia sich befindet. Die künstlich bereitete kohlensaure Magnesia verhält sich in physikalischer Hinsicht sehr verschieden von der in der Natur vorkommenden, indem jene eine sehr voluminöse, leichte Masse bildet, während diese in der Form eines ziemlich schweren Pulvers, ähnlich wie die kohlensaure Kalkerde in dem Mergel sich darstellt. Die künstlich bereitete kohlensaure Magnesia kann niemals eine Bedeutung als Düngmittel gewinnen; jedoch ist es interessant, ihre Wirkung auf die Entwicklung der Gewächse kennen zu lernen, weil aus dieser Kenntniß sich vielleicht allgemeinere Folgerungen ergeben werden. Ich mischte mit einem aus reinem, kieseligen, völlig humusfreien Sande gebildeten Boden, welcher vorher auf einer Fläche von 3 bis 4 Quadratfuß mit etwa 250 Grm. Holz- und Torfasche gedüngt worden war, 32 Grm. käuflicher Magnesia, während zur Vergleichung eine gleich große Fläche ohne Beimischung von Magnesia blieb. Diese Versuchsstücke wurden theils mit Spergel, theils mit Sommerroggen besäet und die Erntegewichte genau bestimmt. Bei dem Spergel wurde ganz deutlich eine Verschlechterung der Ernte durch die Talkerde bewirkt; denn es verhielt sich das Heu des Spergels in beiden Versuchen wie 19 zu 14,5 und die Samenkörner wie 9 zu 6,6; dagegen war das Gedeihen des Sommerroggens durch die Magnesia nicht gehindert worden, denn die Ernten verhielten sich wie 32,8 zu 34,3. Die Ursache dieser Resultate kann nicht darin gesucht werden, daß die eine Pflanze eine größere Menge von Magnesia in ihren Organismus aufnimmt, als die andere, denn der Gehalt des Spergels an diesem Stoffe ist verhältnißmäßig viel größer, als der des Roggens, ungeachtet bei der ersteren Pflanze eine offenbar nachtheilige Einwirkung der Magnesia sich herausstellte. Es liegt vielmehr die Ursache dieser Erscheinung ausschließlich in der durch die Magnesia bewirkten Veränderung der physikalischen Beschaffenheit des Bodens. Ich bemerkte nämlich, daß die überaus lockere und voluminöse kohlensaure Magnesia eine bindende, zusammenleimende Wirkung auf den etwas thonhaltigen Kies äußerte, wenigstens verhärtete die obere Schicht desselben bei dem Austrocknen in einem deutlich höheren Grade, als bei Abwesenheit der Magnesia der Fall war. Aus dieser zeitweisen Verhärtung ist für die Entwicklung einer so saftigen Pflanze, wie der Spergel ist, ein mechanisches Hinderniß erwachsen und dadurch eine Verminderung der Ernte bewirkt worden. Da die Halmfrüchte überhaupt gegen die Mineralstoffe eine gleichsam zähere und mehr abgehärtete Natur besitzen, so war bei diesen auch kein schädlicher Einfluß der Magnesia zu bemerken. Aeltere Versuche, in welchen reine kohlensaure Magnesia über Grasland und über Saaten von Weizen und Gerste ausgestreut wurde, so daß die Oberfläche

ganz weiß war, haben gezeigt, daß die genannten Pflanzen davon nicht den mindesten Nachtheil hatten.

Die Wirkung des Bittersalzes oder der schwefelsauren Magnesia auf verschiedene Pflanzen, z. B. Gerste, Hafer, Buchweizen, Klee war, meinen hierüber angestellten Beobachtungen zufolge, durchweg eine günstige. Auch das phosphorsaure Magnesia-Ammoniak äußert einen vorzüglichen Einfluß auf die Vegetation, wie aus dem im Folgenden beschriebenen Versuche hervorgeht: Am 1. Mai brachte Boussingault fruchtbare Erde in mehrere irdene Töpfe, wovon jeder 15 Deciliter enthielt; diese Gefäße wurden in zwei Abtheilungen aufgestellt. Die Erde in jedem Gefäße der ersten Reihe wurde mit 16 Grammen phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia vermischt und in dieselbe ein schon gekeimtes Samenkorn von frühem Mais hineingebracht. Alle Gefäße wurden ins freie Land gesetzt und, wenn es die Trockenheit erforderte, mit einer gleichen Menge Wasser begossen. In den ersten Tagen, welche dem Keimen folgten, zeigten die Pflanzen sämmtlich dasselbe Verhalten, dieselbe Kraft des Wachsthums. Dies dauerte jedoch nur bis zum 25. Tage, von welchem Zeitpunkte an man Abweichungen in der Vegetation bemerkte. Am 25. Juli hatten die Pflanzen der ersten Reihe, diejenigen, welche das Phosphat erhalten hatten, eine doppelte Höhe und einen dreifachen Durchmesser der Maispflanzen, welche in unvermischter Erde gewachsen waren. Am 25. August waren diese Verhältnisse nicht mehr ganz dieselben; der Mais der ersten Reihe hatte die anderthalbfache Höhe und die doppelte Stärke des Mais der zweiten Reihe. Alle Pflanzen blühten und entwickelten Aehren zu derselben Zeit. Diejenigen, welche sich unter dem Einfluß des Doppelsalzes entwickelt hatten, trugen zwei vollständige und eine fehlgeschlagene Aehre, die anderen dagegen eine vollständige und eine fehlgeschlagene Aehre. In dieser letzten Entwicklung befand sich übrigens in demselben Jahr der im freien Land gebaute Mais ganz allgemein (im Elsaß). Die Körner der erstern Pflanzen wogen im Verhältniß zu denen der letzteren, wie $2^1/_4$ zu 1. Die günstige Wirkung der phosphorsauren Ammoniak-Magnesia unter den hier angedeuteten Verhältnissen ist offenbar theils der Gegenwart von Ammoniak und Phosphorsäure, theils auch dem Umstande zuzuschreiben, daß das genannte Salz eine Eigenschaft besitzt, welche auch dem Gyps zukommt und für seine Anwendung sehr wichtig ist, nämlich eine sehr geringe Auflöslichkeit in Wasser. Es ergiebt sich aber auch aus diesem Versuche, was hier zu beweisen war, nämlich daß die Magnesia an sich keineswegs schädlich auf die Vegetation einwirkt, und daß, wo ein solcher Einfluß bei einer Magnesiaverbindung sich kund giebt, dieser nicht der chemischen Zusammensetzung der letzteren, sondern ihren physikalischen Eigenschaften zuzuschreiben ist.

Die kohlensaure Magnesia verliert in der Glühhitze ihre Kohlensäure leichter als der kohlensaure Kalk; wird also ein magnesia-haltiger Kalkstein gebrannt, so wird zuerst die Magnesia ätzend oder kaustisch, während die Kalkerde erst bei einer höheren Temperatur in diesen Zustand übergeht. Wenn aber ein solcher Kalkstein, nachdem er gebrannt und an der Luft zu Pulver zerfallen ist, als Düngmittel angewendet wird, so bleibt die Magnesia im Boden länger im kaustischen Zustande zurück, als die Kalkerde; denn die letztere hat eine größere Begierde mit Kohlensäure sich zu verbinden und dadurch in den sogenannten milden Zustand überzugehen als die erstere, und so lange nicht die ganze Menge der Kalkerde mit Kohlensäure sich verbunden hat, wird die Magnesia in ihrem isolirten Zustande im Boden zurückbleiben. Es ist nun möglich, daß trotz der schwach alkalischen Reaction der kaustischen Magnesia und ihrer geringen Auflöslichkeit (bei gewöhnlicher Temperatur in 5760 Theilen Wasser) diese doch schon ausreicht, um schädlich auf gewisse Pflanzen einzuwirken, wenn nicht große Mengen organischer, humusartiger Substanzen im Boden enthalten sind, die durch ihre Zersetzung eine hinreichende Quantität von Kohlensäure liefern, um die kaustische Magnesia, ehe sie noch schädlich einwirken kann, in den milden Zustand überzuführen. In einem reichen, humosen Boden oder bei Gegenwart von einer beträchtlichen Quantität animalischen und vegetabilischen Düngers wird stets ein magnesia-haltiger Kalkstein auch im gebrannten Zustande ohne irgend einen Nachtheil angewendet werden können, im Gegentheil fast denselben günstigen Erfolg äußern, als wenn ein völlig reiner Kalk in Anwendung gekommen wäre.

8. Die Düngung mit gebranntem Thon.

Vor etwa 30 Jahren wurde die Anwendung des gebrannten Thones als Düngmittel sehr lebhaft empfohlen und einige Schriftsteller gingen so weit zu behaupten, daß man mit Hilfe desselben den gewöhnlichen Mist und alle anderen Düngerarten entbehrlich machen könnte. Diese übertriebenen Behauptungen gaben zu der Ausführung einer Reihe von Versuchen die Veranlassung, um Aufklärung darüber zu erlangen, ob diese Art der Düngung irgend einen günstigen Erfolg zeige, und wenn dieses der Fall sei, bis zu welchem Grade die Wirkung sich erhebe. Obgleich die Thondüngung keine weite Verbreitung gefunden hat und auch wohl wegen ihrer nur unter gewissen Bodenverhältnissen eintretenden und überhaupt nur geringen Wirksamkeit niemals finden wird, so halte ich es doch für nöthig, die Resultate der hierüber angestellten Versuche kurz mitzutheilen und daran die, meiner Ansicht nach, richtige Theorie der Thondüngung anzuschließen.

Die von Lampadius mit verschiedenen Früchten angestellten und meh-

rere Jahre hinter einander fortgesetzten Versuche lieferten für die Umgegend von Freiberg, im sächsischen Erzgebirge, das Resultat, daß „leicht gebrannter und gepochter Thon und Lehm, oder das Mehl mürber, nicht zu hart gebrannter Ziegeln in Verbindung mit Mistdüngung ausgezeichnete Unterstützungsmittel für Feld- und Gartenbau sind, aber keineswegs andere Düngungen mit Mist, Kalk, Mergel und dgl. entbehrlich machen. Durch die Anwendung dieser Mittel kann der Landwirth dahin gelangen, eine größere Fläche anzudüngen und dadurch den Ertrag seiner Fluren zu vermehren, mehr Futterkräuter zu erbauen und den Viehstand zu erhöhen. Eine Ackerfläche, welche gewöhnlich mit 50 zweispännigen Fudern gemischten Stalldüngers angedüngt wird, kann mit nur 25 Fudern des letzteren und mit 20 bis 25 Dresdner Scheffeln Thon und Ziegelmehl versehen werden.“

Zur näheren Beleuchtung der Umstände, unter welchen die Versuche ausgeführt wurden, bemerke ich, daß Freiberg eine offene, dem Zutritt der Winde preisgegebene Lage hat und überhaupt einem kalten Klima ausgesetzt ist, ferner daß der Boden wahrscheinlich ein aus dem dort allgemein verbreiteten Gestein entstandener sogenannter Gneisboden war mit nur geringerer Tiefe der Ackerkrume und endlich, daß die Wirkung der Thondüngung nur etwa 6 Jahre hindurch oder nicht einmal so lange, nur während der Dauer eines einzigen Fruchtumlaufes verfolgt wurde. Das günstige Resultat dieser Versuche läßt sich nicht bezweifeln, ich behaupte aber, daß unter anderen Boden- und klimatischen Verhältnissen die Wirkung eine geringere gewesen sein, daß der Erfolg bei fortgesetzter Anwendung dieses Düngmittels immer niedriger sich herausgestellt haben würde, und endlich, daß man keineswegs als allgemein richtig annehmen kann, 25 Fuder des gewöhnlichen Mistes könnten in ihrer Wirkung durch 20 bis 25 Scheffel Ziegelmehl ersetzt werden, denn die Wirkung des letzteren ist nur eine relative, keine absolute, und dasselbe ist niemals im Stande, ein anderes, seinen Bestandtheilen nach so sehr abweichendes Düngmittel in jeder Hinsicht zu ersetzen. Die Richtigkeit dieser Behauptungen und überhaupt die Ursache der unter gewissen Verhältnissen deutlich günstigen Wirkung des gebrannten Thones will ich in dem Folgenden nachzuweisen versuchen.

Man hat die Wirkung des gebrannten Thones zum Theil dadurch zu erklären gesucht, daß man ihm eine direkt ernährende Kraft für die Pflanze zuschrieb; es werden nämlich durch das schwache Brennen die Bestandtheile des Thones löslicher und dadurch geschickter, durch die Wurzelfasern aufgenommen zu werden. So fand man z. B. in dem rohen Lehm nur 0,20 Prc. in Wasser löslicher Salze, während der gebrannte deren 0,30 Prc. lieferte. Eine so geringe Vermehrung der auflöslichen Mineralstoffe aus dem Thon

kann unmöglich einen merklichen Einfluß auf die Vermehrung der Ernten geäußert haben. Einzelne Thonsorten, welche durch einen auffallend hohen Kaligehalt sich auszeichnen, müssen freilich auch in Folge desselben eine direkte Wirkung zeigen. Von solcher Art waren z. B. einige Thonsorten, die Völcker untersuchte, besonders der Thon von Hunstile bei Bridgewater; derselbe wurde 1. in seinem natürlichen Zustande untersucht, 2. nach sehr schwachem Glühen, 3. nach stärkerem Ausglühen und 4. nach sehr langem und starkem Glühen:

	1.	2.	3.	4.
Wasser, bei 100° ausgetrieben	5,54	9,16	9,20	9,30
Organ. Stoffe und chemisch gebundenes Wasser	3,62			
In Salzsäure unlösliche Substanz	84,10	80,26	81,85	85,30
In Salzsäure lösliche Substanz:				
Kieselsäure	1,45	1,38	1,58	1,15
Eisenoxyd und Thonerde	3,07	8,25	6,09	2,97
Kohlensaurer Kalk	0,74	0,42	0,55	0,19
Kali	0,27	0,94	0,51	0,54
Natron	0,22	0,34	0,31	0,10
Phosphorsäure	0,38	0,17	0,13	nicht best.
Chlor, Schwefelsäure, Magnesia	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren
	99,39	100,92	100,22	99,55

Die Menge der in Salzsäure löslichen Alkalien ist hier freilich durch schwaches Ausglühen beträchtlich vermehrt worden, aber dieser Thon enthielt auch im Ganzen nicht weniger als 4,73 Prc. Kali und 0,88 Prc. Natron. Bei dem Brennen des Thones scheint zunächst der kohlensaure Kalk die Zersetzung des unlöslichen Kalisilikates zu bewirken in der Weise, daß ein unlösliches Kalksilikat entsteht und kohlensaures Alkali in einen löslichen Zustand übergeht; beim starken Glühen wird aber das letztere wiederum zersetzt unter Bildung von unlöslichem kieselsaurem Alkali.

Der gebrannte Thon muß auf die Verbesserung der physikalischen Beschaffenheit einer an sich schon lockeren, seichten, wenig humosen Ackerkrume einen günstigen Einfluß äußern, zumal wenn ein rauhes Klima und namentlich austrocknende und düngerzehrende Winde auf ein derartiges Terrain einwirken. Das fein gepulverte Ziegelmehl wirkt unter solchen Verhältnissen, ähnlich wie der Humus und der ungebrannte Thon, auf die Erhöhung der wasserhaltenden und wasserabsorbirenden Kraft des Bodens, ohne jedoch in dem letzteren die Kälte und Zähigkeit zu steigern und ihn geneigt zu machen zur Ansammlung von stockender Nässe, Eigenschaften, wie sie bei Gegenwart zu großer Mengen von Humus und gewöhnlichem Thon im Gebirgsboden leicht sich einstellen, und hier unter einem rauhen Klima leicht nachtheilig für die Vegetation werden können. Der gebrannte

Thon bewirkt aber auch, ähnlich wie der gebrannte Kalk, daß der Boden befähigt wird, unter dem Einflusse des Sonnenlichtes eine höhere Temperatur anzunehmen und im Frühjahr leichter auszutrocknen, wodurch er wiederum der Frühjahrsbestellung leichter und schneller zugänglich wird, und zwar äußert sich dieser Einfluß, ohne daß zu gleicher Zeit der unter den angegebenen Verhältnissen häufig mit der Kalkdüngung verbundene Nachtheil sich einstellt, daß nämlich Dünger und Humus schnell verzehrt werden und namentlich der Boden eine zu lockere, staubartige und zu wenig wasserhaltende Beschaffenheit annimmt. Wenn in dieser Verbesserung des physikalischen Zustandes der Ackerkrume die Hauptwirkung des gebrannten Thones zu suchen ist, so wird offenbar der vortheilhafte Einfluß dieses Düngmittels fortwährend sich vermindern, je mehr die Beschaffenheit der Ackerkrume sich dem Zustande nähert, der überhaupt mit Hülfe der genannten Substanz erreicht werden kann, und endlich gänzlich aufhören, wenn dieser Zustand erreicht worden ist. Man kann deshalb die Höhe der Wirkung dieses Stoffes nach den vorliegenden, nur auf die Dauer weniger Jahre sich erstreckenden Versuchen nicht feststellen, da die Wirkung bei der fortgesetzten und wiederholten Anwendung sich immer niedriger herausstellen wird, und keinenfalls mit der Wirkung des gewöhnlichen Mistes verglichen werden kann.

Es ist hier aber auch eines anderen Verhaltens des gebrannten Thones Erwähnung zu thun, welches sich auf die Ansammlung und das Zurückhalten gewisser Bestandtheile der Ackerkrume und der atmosphärischen Luft bezieht und wodurch ebenfalls, wie es scheint, die günstige Wirkung dieses Körpers auf die Entwicklung der Pflanzen erhöht werden möchte. Der Thon nimmt durch das schwache Brennen eine poröse Beschaffenheit an, wodurch er die Fähigkeit erlangt, in nicht unbedeutender Menge die im Erdboden enthaltene oder in der Atmosphäre verbreitete Feuchtigkeit zu absorbiren, und mit derselben zugleich das in derselben aufgelöste Ammoniak in sich aufzunehmen und zurückzuhalten. Zu dieser Eigenschaft, zur Ansammlung des Ammoniaks im Boden beizutragen, steht aber eine Erhöhung der Fruchtbarkeit des Bodens in naher Beziehung.

Ich halte die Düngung mit gebranntem Thon vorzugsweise bei den leichteren Bodenarten für vortheilhaft, dagegen bei schweren und zähen Bodenarten für weniger ökonomisch, obgleich auch in den letzteren der physikalische Zustand durch dieses Mittel verbessert wird, indem der Boden eine größere Auflockerung und damit überhaupt eine größere Fruchtbarkeit erhält. Für diesen Zweck wird man aber, wie ich glaube, mit weit größerem Erfolge die Kalkdüngung anwenden, da hiedurch der gewünschte Zweck schon bei Aufbringung einer ungleich geringeren Quantität erreicht wird, als bei

der Anwendung des gebrannten Thones und außerdem der letztere sich wohl leicht mit den Bestandtheilen einer an sich schon lockeren Ackerkrume mengen läßt, seine innige und vollständige Mischung dagegen in einem sehr zähen und thonigen Boden nur äußerst schwierig zu bewerkstelligen ist.

Die durch das Brennen des Thones vermehrte Löslichkeit der Alkalien kann eine größere Bedeutung für das Wachsthum der Pflanzen gewinnen, wenn jenes Brennen nicht auf kleine Quantitäten von Thon, sondern auf ganze Schichten eines zähen, kalten und verschlossenen Thonbodens sich bezieht. In diesem Falle wird oft eine große Menge Kali den Pflanzen zugänglich und dadurch das Gedeihen derselben mehrere Jahre hindurch gefördert; diese Nahrungsquelle wird jedoch bald erschöpft sein und zwar um so schneller, wenn eine zu große Menge Kali auf einmal löslich wird, und dann ist die etwa bleibend eingetretene Verbesserung des Bodens allein auf den physikalischen Zustand des letzteren zu beziehen. Das Brennen des Thonbodens ist in England und Schottland nur kurze Zeit hindurch empfohlen worden, es wurde bald als ein sehr rohes Mittel, den Boden zu verbessern, erkannt und wird gegenwärtig in nur seltenen Fällen mehr angewendet, in Deutschland ausschließlich bei sehr extensivem Betrieb der Landwirthschaft. Mit dem Brennen des Bodens wird nämlich eine sehr werthvolle Substanz zum großen Theil entfernt, nämlich der stickhoffhaltige Humus und das im Thon gebundene Ammoniak; der oben genannte Thon von Hunstile lieferte z. B. im natürlichen Zustand 0,240 Prc. Ammoniak, der schwach gebrannte dagegen, nachdem er mehrere Monate der Luft ausgesetzt gewesen war, nur 0,018, der stark gebrannte Thon 0,008 Prc. Ammoniak. Man zieht es jetzt in den meisten Fällen vor, den Thonboden auf die Weise zu kultiviren, daß man ihn zunächst durch Drains trocken legt, dann tief bearbeitet, ihn ferner durch allmälige Vermehrung des Humus oder auch durch Kalk- und Mergeldüngung zu lockern, zugleich den zu fest gebundenen Stickstoff zu lösen und in der Form von Ammoniak den Pflanzen nach und nach zugänglich zu machen sucht.

Zweite Abtheilung.

Beleuchtung praktisch wichtiger Fragen durch die Naturwissenschaft des Ackerbaues.

Schon in dem theoretischen Theile der Düngerlehre ist mehrfach auf die Nothwendigkeit einer innigen Verbindung zwischen Praxis und Theorie hingewiesen worden und auf die Vortheile, welche beide aus der gegenseitigen Unterstützung zu ziehen vermögen; ich habe in einzelnen Fällen meine Ansichten mitgetheilt über die Ausübung einer rationellen Praxis, so in der Lehre von dem Wiesendünger, von der Wiesenbewässerung, der Samendüngung, Knochendüngung und anderswo. Wenn aber auch dergleichen Uebergriffe in das Gebiet der Praxis geschehen sind, um eine Zersplitterung des betreffenden Gegenstandes zu vermeiden, so habe ich doch bei der Ausarbeitung der ganzen vorhergehenden Abtheilung dieses Werkes im Allgemeinen den Gesichtspunkt festzuhalten versucht, nach welchem die Wissenschaft in den Vordergrund zu stellen war und die aus der Praxis mir bekannt gewordenen Erfahrungen nur insoweit benutzt werden sollten, als dieselben zur Begründung der entwickelten Theorien dienten oder Erwähnung finden mußten zum Beweis, daß Wissenschaft und Erfahrung keineswegs mit einander im Widerspruch stehen. In dem jetzt begonnenen Theile soll dagegen umgekehrt überall der Standpunkt der rationellen Praxis behauptet und die aus dem Vorhergehenden entlehnte Kenntniß dazu benutzt werden, um der ausübenden Landwirthschaft auf dem Hofe wie auf dem Felde eine wissenschaftliche Stütze zu gewähren.

Es kann nicht meine Absicht sein, die alte bewährte Praxis umzustoßen und dem Landwirthe neue Regeln zu liefern für die Kultur seiner Felder. Ich weiß, wie vorsichtig man in der Aufstellung solcher Regeln sein muß, wie leicht man auf dem Gebiete der theoretischen Landwirthschaft verleitet werden

kann, einen unrichtigen Weg zu verfolgen und selbst aus vorliegenden Thatsachen falsche Schlüsse zu ziehen, wenn nicht gleichzeitig alle Momente berücksichtigt werden, welche modificirend auf die Kultur der ökonomischen Pflanzen einwirken können. Es hieße auch in der That nicht allein die gegenwärtige Entwickelungsstufe der Naturwissenschaft des Ackerbaues, sondern überhaupt deren Aufgabe verkennen, wenn man versuchen wollte, überall gültige Regeln aufzustellen für die Ausübung einer rationellen Praxis. Die Lehre von den Bedingungen, unter welchen die Kultur gewisser nutzbarer Pflanzen im Großen mit Vortheil ausgeführt werden kann, ist ausschließlich auf Erfahrung gegründet, möge diese Erfahrung im Laboratorium, im Versuchsgarten oder auf dem Felde gesammelt sein, unsere Wissenschaft kann gegenwärtig nur die Aufgabe haben, die bisherigen Erfahrungen möglichst vollständig und übersichtlich zusammenzustellen, dieselben wissenschaftlich zu begründen und auf die Gesichtspunkte hinzuweisen, deren weitere Verfolgung und Beleuchtung für die Praxis wie für die Theorie von besonders großer Wichtigkeit sein möchte.

Seit Jahrhunderten hat der Ackerbau Erfahrungen gesammelt, es haben sich für einzelne Gegenden gewisse Kulturmethoden herangebildet, welche den vorhandenen Boden- und klimatischen Verhältnissen entsprechend, später oft auch von Seiten der Wissenschaft als die richtigsten erkannt worden sind. Dergleichen Erfahrungen liefern aber der Naturwissenschaft des Ackerbaues meistens kein Material zur Verarbeitung; nur direkte quantitative Versuche und Untersuchungen, ausgeführt unter Berücksichtigung und sorgfältiger Bezeichnung aller äußeren Umstände und Verhältnisse, können allmälig die Bausteine liefern zu einem festen und haltbaren Grunde, auf welchem die Praxis wie die Wissenschaft sicheren Fußes sich bewegen werden. Jeder Landwirth führt alle Jahre zahlreiche Versuche aus, aber gewöhnlich auf eine Weise, daß die Resultate nur für ihn selbst Werth und Interesse haben, und nur für ein einzelnes Landgut, ja oft nur für ein bestimmtes Feld als Maßstab benutzt werden können bei der Bestellung desselben. Liebig hat zuerst die Anregung gegeben zu einer größeren Thätigkeit auf dem Gebiete der Experimental-Agrikultur; Boussingault in Frankreich, Johnston, Lawes und Gilbert in England, Stöckhardt in Deutschland haben sowohl durch eigene zahlreiche und werthvolle Forschungen die Wissenschaft bereichert, wie auch landwirthschaftliche Versuche aller Art im Großen veranlaßt und damit eine neue Periode für die Naturwissenschaft des Ackerbaues heraufgeführt. Seit kaum 15 Jahren hat diese neue Regsamkeit, das Streben begonnen durch direkte genaue Versuche und Untersuchungen zur Lösung praktisch wichtiger Fragen Beiträge zu liefern, schon sind Tausende von

interessanten Düngungs- und Kulturversuchen ausgeführt worden, jedes neue Jahr liefert deren eine größere Menge; aber noch viele Jahre lang muß experimentirt werden, im Großen wie im Kleinen, ehe wir mit Sicherheit sagen können, welcher mechanische und chemische Zustand des Bodens und des Untergrundes dem Wachsthum einer bestimmten Kulturpflanze besonders zusagt, in welchen Verbindungen und Mengenverhältnissen die Nahrungsstoffe im Boden vorhanden sein oder demselben zugeführt werden müssen, wenn die Pflanze in ihren vorzugsweise werthvollen Theilen die üppigste Entwicklung erlangen soll. Die im Großen ausgeführten Versuche, welche in ihren Resultaten vorliegen, beschränken sich bis jetzt auf wenige Länder: vor allen zeichnen sich die englischen und schottischen Landwirthe durch ihre eifrige Mitwirkung aus zur naturwissenschaftlichen Begründung des Ackerbaues, ihnen schließen sich auf dem Continente in dieser Hinsicht viele Gutsbesitzer und Pächter des Königreichs Sachsen mit anerkennenswerthem Eifer an; in den übrigen Ländern sucht man, mit nur wenigen Ausnahmen, vergebens nach umfassenden und mit wissenschaftlicher Schärfe ausgeführten Versuchsreihen. Wenn aber die Unterlagen für die Erörterung praktisch wichtiger Fragen bisher nur durch Versuche geliefert werden, welche in einzelnen Ländern und auch hier oft nicht unter vielfach wechselnden äußeren Verhältnissen ausgeführt worden sind, so wird es auch jetzt noch nicht an der Zeit sein, aus den Resultaten jener Versuche allgemeine Regeln abzuleiten. Es sind daher alle Schlußfolgerungen, welche auch in dem Folgenden aus vorliegenden Versuchsresultaten gezogen worden sind, von Seiten der Praxis nicht bereits jetzt als feststehende Regeln anzusehen; sie erfordern noch vielfach einer weiteren Bestätigung, aber sie deuten den Weg an, welcher in Zukunft verfolgt werden muß, um die betreffende Frage mit Sicherheit ihrer Lösung entgegenzuführen, sie haben selbst in ihrer Unvollkommenheit großes Interesse für Wissenschaft und Praxis, weil sie unseren Ideenkreis erweitern über die enge Scholle des Wohnortes hinaus, weil sie mit jeder neuen Versuchsreihe auch neue Gesichtspunkte uns eröffnen und uns das Ziel in immer größerer Klarheit vor Augen treten lassen, welches erreicht werden kann und wird. Es ist wohl überflüssig, dem Landwirthe Vorsicht anzuempfehlen in der unmittelbaren Anwendung von neuen Theorien, welche oft nur auf wenige Versuche gegründet sind, denn der Landwirth ist im Allgemeinen kein Freund von Neuerungen und selbst das wirklich Gute und bereits vielfach Bewährte bricht sich überall nur langsam Bahn und findet erst allmälig Eingang und Anwendung, aber es ist wichtig und wünschenswerth, daß der Praktiker den gegenwärtigen Standpunkt der Wissenschaft klar erfasse, damit er nicht zu

oße Anforderungen an die letztere stellt und gleichzeitig deren uneigennützi-
n Bestrebungen seine Aufmerksamkeit und Achtung nicht entzieht, daß er
t Interesse dieselbe auf der Bahn begleite, welche sie mit Eifer und Aus-
uer verfolgt, und daß er selbst dazu beitrage, diese Bahn zu ebenen, um
s erreichbare Ziel um so schneller und sicherer herbeizuführen.

Die vorliegende Abtheilung umfaßt zwei Abschnitte; der erste ist als
ie Fortsetzung der Lehre vom Dünger anzusehen, insofern in demselben die
tionelle Behandlung des Düngers auf dem Hofe und auf dem Felde er-
tert und die Entwicklung der Grundsätze versucht werden soll, nach welchen
r ökonomische Werth der verschiedenen Düngmittel im Allgemeinen festzu-
llen sein möchte. Der zweite Abschnitt handelt von den weiteren Bedin-
ıngen eines intensiven Betriebes der Landwirthschaft.

Erster Abschnitt.

Behandlung, Werth und Anwendung des Düngers.

Praktische Düngerlehre.

I. Der Hauptdünger.

A. Einrichtung der Miststätte und des Jauchenbehälters.

Die zweckmäßige Einrichtung der Düngerstätte ist eine wesentliche Bedingung für die Bereitung eines guten und gleichmäßig wirkenden Düngers. Die Düngerstätte muß 1) an der Sohle und an den Seiten fest und für Flüssigkeiten undurchdringlich, 2) gegen den Zufluß des atmosphärischen Wassers geschützt, 3) dem direkten Einfallen der Sonnenstrahlen nicht zu sehr ausgesetzt sein; 4) sie muß nach einer bestimmten Richtung hin Neigung haben und an dem tiefsten Punkte muß ein Jauchenbehälter angebracht sein; 5) in diesem Jauchenloche muß eine Saugpumpe sich befinden; 6) die Düngerstätte muß in der Nähe der Viehställe angelegt sein, 7) ein passendes Verhältniß nach Umfang und Tiefe darbieten und endlich 8) eine Einrichtung besitzen, welche das Aufbringen und Abfahren des Düngers, sowie den Zutritt des Viehes mit Leichtigkeit gestattet. Einige dieser Anforderungen an eine gute Düngerstätte fassen wir jetzt nach ihrem Zweck und ihrer Wirkung etwas näher ins Auge.

1. Die Sohle der Düngerstätte muß undurchlassend sein für Flüssigkeiten; dies ist das erste und wichtigste Erforderniß, welches bei der Anlage jeder Düngerstätte mit der größten Sorgfalt beobachtet werden sollte. Alle Kosten, welche zur Herstellung einer solchen Beschaffenheit nöthig werden, sind gering zu achten gegen die dadurch bewirkten Vortheile, die ersteren werden durch die letzteren in einem einzigen Jahre oft mehrfach wieder ersetzt. Wo der Boden schon aus Thon besteht, da bedarf es keiner weiteren Vorrichtung, denn der Thon ist undurchlassend für Flüssigkeiten jeglicher Art. Ist der Boden sandig und durchlassend, so muß auf dem Grunde der Düngerstätte eine Schicht Thon aufgefahren und festgestampft werden. Es kann

dar bei durchlassendem Boden einigermaßen der Verlust an düngenden Substanzen auf die Weise vermieden werden, daß man auf dem Grunde der Düngerstätte eine möglichst dicke Schicht von Substanzen anhäuft, welche begierig alle Flüssigkeiten aufsaugen und stark zurückhalten, also eine große wasserhaltende Kraft besitzen, wie solches bei der humosen Erde, dem Torf- oder Braunkohlenpulver, ferner bei der Teichstreu, den Queckenwurzeln, Topinamburstengeln rc. der Fall ist. Eine solche Einrichtung ist jedoch immer eine mangelhafte, es wird dadurch vorzugsweise die gleichförmige Beschaffenheit des ganzen Düngers beeinträchtigt, indem die hierzu nöthige Behandlung mit Jauche nicht vorgenommen werden kann; es sollte daher Niemand die Kosten scheuen, jene mangelhafte Einrichtung durch eine zweckmäßigere zu ersetzen. Unter allen Umständen und bei jeder Bodenart ist das vorzüglichste Mittel zur Erreichung des in Rede stehenden Zweckes die Pflasterung oder Ausmauerung des Bodens der Miststätte; hierzu sind behauene Bruchsteine ganz besonders geeignet, weil die gebrannten Thonsteine nicht immer ganz undurchdringlich gegen die Jauche sich verhalten und unter dem Einfluß der letzteren auch leicht zerbröckeln. Die Steine sind mittelst Cement oder eines guten Mörtels fest in einander zu fügen. Nur auf diese Weise ist es möglich, jede Spur von flüssigem Dünger der Wirthschaft vollständig zu erhalten. Daß aber die Erhaltung dieses Stoffes von der größten Wichtigkeit ist, darauf habe ich schon mehrfach in diesem Werke aufmerksam gemacht; ich brauche nur daran zu erinnern, daß mit dem Urin eine weit größere Menge von wichtigen pflanzenernährenden Substanzen, vorzugsweise an chemisch gebundenem Stickstoff und an Kali abgesondert werden, als mit den festen Excrementen. Wenn nun wegen fehlerhafter Einrichtung der Düngerstätte, namentlich weil man verabsäumt hat, dem Boden derselben die nöthige Festigkeit und Undurchdringlichkeit für Flüssigkeiten zu geben, die Jauche nach allen Richtungen das Erdreich durchdringt, in der Form von stinkenden braunen Quellen an anderen Stellen des Hofes wieder hervortritt, in benachbarte Teiche und Bäche sich ergießt oder im Sande verrinnt, so geht auf diese Weise eine Düngmasse verloren, welche in größeren Wirthschaften nicht selten einen Geldwerth jährlich von 50 bis 100 Thalern haben kann, in kleineren Wirthschaften aber einen verhältnißmäßig noch größeren Werth beansprucht.

2. Wie aus der Düngergrube keine Flüssigkeit heraustreten darf, so muß dieselbe ebenso sorgfältig gegen das Eindringen der atmosphärischen und anderer Wasser von Außen her geschützt sein, damit nicht hierdurch eine unnöthige Vermehrung des Feuchtigkeitsgehaltes und somit eine geringere Qualität des Düngers verursacht, dagegen ein größerer Aufwand von Arbeitskraft zu dessen Fortschaffung nothwendig werde. Ganz

besonders schädlich muß dieses Eindringen des Wassers wirken, wenn damit zugleich eine förmliche Auslaugung des Düngers verbunden ist. Um das Hinzutreten der atmosphärischen Wasser zur Düngerstätte zu verhindern, ist es nicht räthlich, eine *Ueberdachung* derselben herstellen zu lassen; eine solche Einrichtung würde sowohl in der ersten Anlage, wie in der spätern Instandhaltung nicht unbedeutenden Kostenaufwand verursachen, indem die feuchten und ammoniakalischen Ausdünstungen des Mistes in kurzer Zeit das theilweise oder gänzliche Vermodern des Holzes bewirken möchten. Außerdem ist auch die direkt aus der Luft auf die Oberfläche des Düngers niederfallende Feuchtigkeit in Betreff der dadurch etwa vermehrten Wässrigkeit und der bewirkten Gewichtszunahme im Dünger nur unbedeutend und wird reichlich durch die unter dem Einfluß der Gährungswärme und des Luftwechsels stattfindende Verdunstung ausgeglichen. In England sind in neuerer Zeit einige Versuche ausgeführt worden, um den Werth einer Ueberdachung der Düngerstätte praktisch zu prüfen; bei Aufbringung von reichlich 50,000 Kil. Hofdünger von gewöhnlicher Düngerstätte wurden bei der Kultur von Turnips 55,426 Kil. Wurzeln auf der Fläche eines Hectars geerntet, während die gleiche Quantität Dünger von überdachter Miststätte 56,513 Kil., also eine Vermehrung von nur 1087 Kil. hervorbrachte. In einem anderen Versuche producirte eine gleiche Menge Hofdünger, welcher unter Dach gesammelt und bereitet war, 64,220 Kil. Turnips, dagegen der gewöhnliche Dünger 64,045 Kil., also fast ganz genau das gleiche Erntegewicht. — Es ist nicht erforderlich, das Regenwasser vollständig von dem Dünger abzuhalten, wohl aber ist es wichtig, das *Eindringen* desselben aus anderen Gegenden des Hofes sorgfältig zu verhindern. Dieses bewirkt man einfach auf die Weise, daß man die Düngergrube mit einer niedrigen und gegen das Wasser undurchdringlichen Mauer oder einem Steinwalle umgiebt, oder auch nur den Rand der Grube nach Außen hin etwas abschüssig verlaufen läßt.

3. Der in der Grube gesammelte Mist ist wo möglich *gegen das direkte Einfallen der Sonnenstrahlen zu schützen*, denn durch den freien Zutritt derselben muß mit der stattfindenden Temperaturerhöhung auch die Gährung und Zersetzung des Düngers wesentlich beschleunigt werden und dieser, namentlich an seiner Oberfläche, oft austrocknen, dabei aber einen großen Theil seiner Kraft und Wirksamkeit verlieren. Man hat zur Behütung des angedeuteten Uebelstandes vorgeschlagen, die Düngergrube an der Nordseite der Stallgebäude anzulegen, ein Rath, welcher wohl beherzigt zu werden verdient, jedoch aus leicht begreiflichen Gründen nicht immer befolgt werden kann. In manchen Fällen wird es möglich sein, künstlich eine schattige Lage für den Düngerhaufen durch Anpflanzung von passenden Bäumen oder

Sträuchern zu schaffen, welche außer dem Nutzen, welchen sie hinsichtlich der Erhaltung der Düngkraft gewähren, oft auch noch zur Zierde des Hofes beitragen. Es sind hierzu schnell wachsende und sich dicht belaubende Bäume, wie Kastanien, Ulmen ꝛc. passend; nur ist bei der Anpflanzung darauf zu achten, daß die Gewächse nicht unmittelbar auf dem Rande der Düngergrube zu stehen kommen, weil dann wegen der Ausdehnung der Wurzeln die baldige Zerstörung des Gemäuers oder der auf dem Boden der Grube befindlichen Thonschicht unvermeidlich wäre und außerdem auch die Pflanzen selbst wegen zu großer Nähe und Menge der hitzigen Düngmittel an Blättern und Wurzeln Schaden nehmen würden. Nach Lenné ist der einzige Baum, dessen Wurzeln durch die Nähe der Düngergruben nicht leiden, die weiße Pappel (Populus alba) oder die graue Pappel (Populus canescens).

4. Die Tiefe der Düngergrube soll keineswegs eine beliebige, sondern stets von solcher Beschaffenheit sein, daß der Dünger an den tiefsten Stellen nur wenig über 5 bis 6 Fuß hoch aufgeschichtet zu werden braucht; nur in diesem Falle ist es leicht, eine gleichförmige Düngermasse herzustellen, wie sie das Ziel aller rationellen Düngerbereitung sein muß. Hinsichtlich des Umfanges der Miststätte hat man vorgeschlagen, für jedes Stück des erwachsenen Rindviehes eine Oberflächenausdehnung von 72 Quadratfuß in Anschlag zu bringen, so daß also, z. B. für 50 Stück eine Ausdehnung von 3600 Quadratfuß nöthig wäre, mithin eine Düngerstätte von 60 Fuß Länge und 60 Fuß Breite, oder auch 100 Fuß Länge und 36 Fuß Breite ꝛc. angelegt werden müßte. Das Volumen des producirten Düngers ist sehr veränderlich nach den angewandten Futtermitteln und namentlich nach der Menge und Beschaffenheit der Streu; jedoch wird das angedeutete Verhältniß von Umfang und Tiefe wohl unter allen Umständen hinreichend sein. Eine Düngstätte von diesem Umfange würde die von 50 Stück Rindvieh in einem halben Jahre erzeugte Düngmasse aufnehmen können und die letztere nach diesem Zeitraume eine Schicht bilden von durchschnittlich 4—5 Fuß Mächtigkeit. Wenn darauf gerechnet werden kann, daß der Mist alle zwei bis drei Monate aus der Düngstätte entfernt wird, so wird in diesem Falle die Düngstätte auch nur halb so groß zu sein brauchen. In früheren Zeiten hat man den Miststätten in der Regel einen weit kleineren Umfang gegeben, als es gegenwärtig geschieht, und auch nicht sich gescheut, den Mist in häuserhohen Haufen aufzuschichten, ein Verfahren, bei welchem es nicht möglich ist, eine gleichmäßige Beschaffenheit des Düngers zu erreichen, und außerdem leicht ein Verlust an werthvollen Stoffen stattfinden kann.

5. Vorzugsweise wichtig ist es, der Bodenfläche der Düngergrube eine solche Einrichtung zu geben, daß die Jauche sich in einem dazu bestimmten

Behälter ansammeln kann; die Gegenwart einer hinreichenden Menge Jauche ist ein wesentliches Erforderniß für die Erzeugung eines guten Hofdüngers. Zur Erreichung des angedeuteten Zweckes giebt man dem Boden der Düngergrube eine geringe, aber genügende Neigung von dem Rande aus nach der Mitte hin und von vorne nach hinten und legt an der tiefsten Stelle einen Jauchenbehälter an, welcher sorgfältig ausgemauert oder mit starken, wisserdicht an einander gefügten Bohlen von Eichenholz oder harzreichem Kiefernholz ausgelegt sein muß, jedoch nicht von großer Ausdehnung zu sein braucht, indem die hier sich ansammelnde Jauche häufig wieder entleert wird; er kann für die vorher genannten Dimensionen der Miststätte einen Durchmesser von 10 bis 12 Fuß und eine Tiefe von 6 bis 8 Fuß besitzen. Das Jauchenloch muß mit einem starken hölzernen Roste überdeckt sein, welches verhindert, daß die festen Theile des Düngers in beträchtlicher Menge in dasselbe hineinfallen.

Größere Düngstätten sind zuweilen durch einen tiefen Graben in zwei gleiche quadratförmige Hälften getheilt; der mittlere Graben dient als Jauchenbehälter und ist mit Hozbohlen oder Steinplatten überdeckt, während von beiden Seiten die Bodenfläche der Düngstätte nach dem Jauchenbehälter zu eine passende Neigung hat; mittelst einer Pumpe kann die Jauche, so oft es nöthig ist, ausgebracht und mit Hülfe von beweglichen Rinnen nach jedem Theile des Düngerhaufens hingeleitet werden. Es verdient eine Einrichtung der Düngstätte in der Kürze Erwähnung, welche in früherer Zeit mehr Beifall und Anwendung fand, als gegenwärtig, und zuerst von *Matthieu de Dombasle* in die Praxis eingeführt wurde. Diese Düngstätte ist nämlich an der Bodenfläche nicht gleichmäßig nach einer einzigen Richtung hin geneigt, sondern sie ist ganz flach und eben oder auch etwas convex, so daß sie von der Mitte aus nach allen Seiten hin etwas tiefer verläuft; um die ganze Fläche herum befindet sich ein ausgemauerter Kanal oder ein gepflasterter Graben, in welchem die überschüssige Jauche nach einem an der Seite befindlichen Jauchenloche hingeführt wird und von hier aus wieder auf die obere Fläche des Düngers gebracht werden kann. Gewöhnlich sind zwei solche Düngstätten von gleicher Einrichtung mit einander verbunden und in der Mitte durch den Jauchenbehälter von einander getrennt. Diese Art der Düngerstätte findet man nicht selten noch in den Wirthschaften, wo der Dünger in einzelnen hohen Haufen aufgeschichtet und in denselben mehrere Wochen lang einer besondern Behandlung mit Jauche unterworfen wird, bis er den gewünschten Grad der Zersetzung erreicht hat.

Man findet sehr häufig Düngerstätten, welche so angelegt sind, daß die frische aus den Rindviehställen abfließende Jauche direkt in den Dünger hinein-

geleitet wird und durch denselben sich Bahn brechen muß, bis sie in die an der anderen Seite gelegene Jauchengrube gelangen kann. Diese Einrichtung ist durchaus verwerflich und gestattet in keiner Weise die Bereitung eines gleichförmig wirkenden Düngers, denn die unteren und tieferen Schichten desselben werden stets von der flüssigen Jauche umgeben und also übersättigt sein, während die oberen in einem verhältnißmäßig weit trockneren Zustande sich befinden oder von einer Jauche durchdrungen sind, die eine geringere Concentration besitzt. Häufig tritt auch der Fall ein, daß der freie Durchgang oder das Abfließen der überschüssigen Jauche durch den unter diesen Umständen leicht speckig und sauer werdenden unteren Theil des Düngers gehindert wird, so daß dann die Flüssigkeit an einzelnen Stellen bis an die Oberfläche der Düngmasse hervortritt und hier förmliche Seen bildet. *Es ist durchaus nöthig, daß die Jauche direkt in den dazu bestimmten Behälter geleitet wird, ohne erst mit dem Dünger in Berührung zu treten*, und daß jener Behälter groß genug ist, um nicht allein die ganze Menge der frischen Jauche während eines längeren Zeitraumes, namentlich im Winter, aufzunehmen, sondern auch die Flüssigkeit, welche vielleicht in Folge anhaltend feuchter Witterung aus dem Dünger selbst abfließt. Am zweckmäßigsten scheint mir die Einrichtung, daß man *zwei getrennte Jauchenbehälter* anlegt, einen an dem Ende der Düngstätte, welches den Rindviehställen zunächst liegt, und den anderen an der entgegengesetzten Seite. Der erstere ist dazu bestimmt, die frische Jauche aufzunehmen und steht mit der Düngstätte in keiner anderen Verbindung, als daß die Jauche aus diesem Behälter mit Hülfe einer Pumpe herausgebracht und über den Dünger hingegossen werden kann, so oft dieses nöthig ist. Die reine concentrirte Jauche kann auch in diesem Behälter sehr bequem einer besonderen chemischen Behandlung unterworfen werden, von deren Art und Bedeutung weiter unten die Rede sein wird. Durch sorgfältige Construction und gutes Baumaterial, wie durch einen möglichst luftdicht schießenden Deckel muß bei dieser Grube vorzugsweise jedem Verluste an werthvollen Düngstoffen, wie dem Hinzutreten von atmosphärischem Wasser und Grundwasser vorgebeugt sein. Die zweite Jauchengrube steht mit der Düngstätte in direkter Verbindung und hat den Zweck, die überschüssig zugesetzte und von dem Dünger wieder abfließende Jauche zu sammeln; auch in dieser Grube befindet sich eine Pumpe und aus beiden Behältern, vorzugsweise aber aus dem ersteren wird der Dünger getränkt, während die übrigbleibende Jauche zur Compostbereitung oder für andere Zwecke verwendet wird.

6. Die menschlichen Excremente wirken sehr günstig zur Förderung der Vegetation, sie sind aber sehr hitzig, zu einer schnellen Gährung und damit

auch zur Verflüchtigung ihrer wichtigsten Bestandtheile sehr geneigt; es ist deshalb bei deren Ansammlung keineswegs mit beliebiger Nachlässigkeit zu verfahren werden, wenn man nicht wesentliche Vortheile seiner Wirthschaft entziehen will. Die schnelle Verflüchtigung dieser besonders wirksamen Bestandtheile der menschlichen Excremente wird nicht allein durch chemische Mittel verhindert, sondern auch durch eine *zweckmäßige Einrichtung der Abtritte*. Die Gährung des Düngers tritt nur bei Gegenwart einer hinreichenden Menge von Feuchtigkeit ein und wird sehr verlangsamt, wenn diese ihm entzogen wird; zugleich dient für denselben Zweck eine Erniedrigung der Temperatur und eine möglichst sorgfältige Verhinderung des Zutrittes der atmosphärischen Luft. Diese drei Punkte hat man also vorzugsweise bei der Anlegung von Abtritten zu beachten, um die betreffenden Stoffe möglichst vollständig der Wirthschaft zu erhalten und zugleich der Entwicklung übelriechender Luftarten vorzubeugen. Man erreicht solches durch folgende Einrichtung. Es wird dem Boden der Düngergrube eine geringe Neigung gegeben von hinten nach vorn und von der einen Seite nach der anderen hin, eine Neigung, welche hinreicht, um die flüssigen Düngertheile nach einer bestimmten Richtung hinzuleiten, jedoch die Fortbewegung der festen Excremente nicht gestattet. An der vorderen Seite der Grube befindet sich eine tiefe Rinne, welche ebenfalls die Flüssigkeiten nach der einen Seite der Grube hinleitet. Der Urin sammelt sich nun in einer Vertiefung, in einer Grube von passender Größe an; die letztere ist mehr tief als breit und lang, damit die darin vorhandene Flüssigkeit der Luft eine möglichst kleine Oberfläche darbietet; sie wird mit einem Deckel von Stein oder starken Bohlen verschlossen und befindet sich wo möglich an der Außenseite des Abtrittes, so daß die Masse leicht von Zeit zu Zeit entfernt werden kann. Durch die hier beschriebene Einrichtung wird der vorliegende Zweck, nämlich Verhinderung der Zersetzung des Düngers und Vermeidung des üblen Geruches, so vollständig erreicht, als dieses auf *mechanischem Wege* überhaupt möglich ist. Denn hauptsächlich die flüssigen Excremente sind es, welche so außerordentlich leicht und schnell in Fäulniß übergehen und in Berührung mit dem festen Kothe auch auf diesen sehr bald ihren eigenen Zustand der Zersetzung übertragen; werden auf die angedeutete Weise beiderlei Stoffe von einander geschieden, so hört damit die Zersetzung in der Abtrittsgrube selbst auf, oder wird wenigstens sehr verlangsamt, so daß die sich dennoch entwickelnden Luftarten in weit geringerem Grade zu der Entstehung eines üblen Geruches die Veranlassung werden, während ebenfalls die in einem tiefen und engen, sorgfältig verschlossenen Behälter eingeschlossenen Flüssigkeiten in ihrer ganzen Kraft dem Landmann erhalten bleiben und von demselben ebenso wie die festen

Excremente mit großem Erfolge zur Compostbereitung verwendet werden können.

8. Behandlung des Düngers auf dem Hofe.

Bei einer rationellen Behandlung des Düngers auf der Miststätte muß 1) die ursprüngliche Kraft möglichst vollständig zurückgehalten werden, 2) die ganze Masse desselben eine durch und durch gleichförmige Beschaffenheit annehmen und 3) darf der Prozeß der Zersetzung oder Gährung weder zu rasch noch zu weit vorschreiten, oder das Volumen des Düngers zu sehr sich vermindern. Ueber die Art und Weise, wie in der Miststätte ein guter Dünger gesammelt und bereitet werden kann, will ich in dem Folgenden meine Ansichten mittheilen.

1. Der Dünger muß, nachdem er aus dem Stalle geschafft ist, gleichmäßig auf der Miststätte vertheilt werden, die Oberfläche desselben eine Ebene bilden, nicht durch Hügel und Thäler bezeichnet sein, weil in dem letzteren Falle der Dünger an der einen Stelle leichter als an der anderen austrocknen, hier schneller als dort in Gährung gerathen und also eine durchaus ungleiche Beschaffenheit erlangen würde. Durch eine ungleiche Vertheilung des Düngers in der Grube entstehen oft hohle Räume im Innern der Haufen; diese hohlen Räume oder aufgelockerten Theile begünstigen einen zu schnellen Verlauf der Gährung, welcher stets mit Verlust an düngenden Substanzen verbunden ist. Auf der anderen Seite bilden sich unter gewissen Umständen in diesen Höhlungen auch Schimmelmassen, welche nicht selten die umgebenden Düngertheile filzartig überziehen, zu festen Klumpen zusammenballen und nun, indem sie dem ferneren Eindringen von Feuchtigkeit ein Hinderniß bereiten, keine weitere Zersetzung erleiden, wodurch ebenfalls eine Ungleichartigkeit der ganzen Düngmasse veranlaßt wird. Auch hat die Erfahrung gezeigt, daß ein verschimmelter Dünger dem Wachsthum der Kulturpflanzen nachtheilig ist, wenn er kurz vor der Saat auf's Feld gebracht wird. Wenn der Dünger die erwähnte Beschaffenheit im hohen Grade angenommen hat, dann ist es oft nöthig, ihn von Neuem aufzuschichten, jede Schicht vollständig mit Jauche zu tränken, fest zusammenzutreten und unter Anwendung von humoser Erde zu einem förmlichen Composte zu verarbeiten.

2. Um dem einen oder anderen Uebelstande vollständig vorzubeugen, genügt nicht allein eine gleichförmige Vertheilung der Düngermasse, es muß ferner eine innige Mischung der verschiedenen in der Wirthschaft erzeugten Düngerarten stattfinden, der kräftigeren mit den schwächeren, des Pferde- und Schafmistes z. B. mit dem Rindviehmiste, wenn nicht eine abgesonderte Ansammlung und Verwendung dieser verschiedenen Mistarten vorgezogen wird, welches wenigstens hinsichtlich des Schaf-

Vieh sich angesammelt hatte) am längsten auf der Miststätte gelegen, hat die größte Gewichtsvermehrung (1 : 2,3), dagegen derjenige, welcher unmittelbar aus dem Stalle weggewogen sei, die geringste, 1 : 2 gezeigt habe. Dies rühre, da Jauche nicht über den Dünger gegossen worden sei, nur daher, daß man dem Mist auf der Düngerstätte Erde zugemischt, diese aber bei der Berechnung stets in Abzug gebracht habe. Hiernach würde bei dem letztern sehr empfehlenswerthen Verfahren jedem Verluste an Düngstoffen vorgebeugt und es zeige dessen Beschaffenheit, daß eine nachtheilige Zersetzung nicht stattgefunden habe.

5. *Während ich den Zusatz gewisser chemischer Mittel zu der Masse des eigentlichen Hofmistes nicht für nothwendig erachte, so möchte solches doch hinsichtlich der Jauche sehr anzurathen sein;* denn hier kann die ganze Menge des hinzugefügten Mittels für den bestimmten Zweck des Zurückhaltens ammoniakalischer Stoffe wirken, es ist daher eine solche Verbesserung der Jauche nicht mit großem Kostenaufwande verbunden, da eine verhältnißmäßig geringe Quantität des betreffenden Stoffes schon ausreicht, um einer großen Menge von Jauche das Ammoniak vollständig zu erhalten und somit auch die Entweichung dieses Körpers aus dem Dünger zu hindern. Die Vermischung der Jauche mit dem chemischen Mittel muß in dem Jauchenbehälter geschehen, welcher entweder eine für sich isolirte Stelle einnimmt und dann leicht zugänglich ist oder in der Düngergrube angebracht und theilweise oder gänzlich von dem Dünger bedeckt ist. Besonders in dem letzteren Falle ist bei der Wahl eines geeigneten Mittels darauf zu achten, ob durch dasselbe die Ausscheidung einer bedeutenden Menge fester Substanz erfolgt, welche als Schlamm die Verstopfung der Jauchenpumpe bewirken und so zu mancherlei Uebelständen die Veranlassung geben kann. Es sind in der Praxis als Zusatzmittel zur Jauche vorzugsweise drei Stoffe verwendet worden, nämlich *Gips*, *Eisenvitriol* und *freie Schwefelsäure*; von diesen erzeugen die beiden ersteren einen schlammartigen Niederschlag in der Jauchenflüssigkeit, welcher bei Anwendung des Gipses vorzugsweise aus kohlensaurer Kalkerde, dagegen bei Benutzung des Eisenvitriols aus Eisenoxyd und Schwefeleisen besteht. Dieser auf den Boden des Jauchenbehälters sich ablagernde Schlamm ist, wenn er durch Kalkverbindungen gebildet wird, neben der Flüssigkeit selbst, welche die ganze Quantität des Ammoniaks in Verbindung mit Schwefelsäure aufgelöst enthält, als Dünger auf dem Acker und vorzugsweise auf den Wiesen mit Vortheil anzuwenden. Dasselbe gilt auch von dem eisenhaltigen Schlamm, jedoch würde bei diesem, bevor er mit den sich entwickelnden Pflanzen in Berührung kommt, ein längeres Liegen an der Luft sehr geeignet sein, die gleichsam

zende Eigenschaft desselben aufzuheben. Die ätzende Eigenschaft nämlich, welche bei Anwendung dieses Schlammes nachtheilig wirken kann, ist bedingt durch die Gegenwart von Schwefeleisen, welches an der Luft zu schwefelsaurem Eisenoxydul sich oxydirt und als solches in zu großer Menge mit den jungen Pflanzen in Berührung gebracht, auf dieselben zerstörend einwirkt; durch längeres Liegen an der Luft aber wird Eisenoxyd gebildet, welches jenen nachtheiligen Einfluß nicht äußert. Die Anwendung des Eisenvitriols zur Verbesserung der Jauche ist in der Schweiz schon seit langer Zeit, theilweise auch in Belgien, verbreitet, während man in England diesem Mittel die reine Schwefelsäure vorzieht, welche auch überall da angewendet werden muß, wo man die Ausscheidung großer Mengen fester Substanzen im Jauchenbehälter vermeiden will. Hinsichtlich der Wirkung der Schwefelsäure behauptet ein bekannter englischer Landwirth, der hierüber viele Versuche angestellt hat, daß er bei einem Zusatze von 1 Kil. Schwefelsäure auf 150 Kil. Jauche (2 Pfd. auf etwa 120 Quart) die besten Resultate erlangt und mit einem Schwefelsäureaufwande von 10 Thalern auf den Wiesen eine Heuvermehrung von 35 Thalern erzielt habe, gegen eine gleiche Quantität Jauche, die ohne Schwefelsäure angewandt wurde. Wenn aber durch die Behandlung der Jauche mit Schwefelsäure auf Wiesen eine so bedeutende Erhöhung des Pflanzenwuchses bewirkt wird, so muß solches im gleichen Grade auf dem Acker der Fall sein bei allen Kulturen, bei welchen die Jauche im flüssigen und isolirten Zustande zur Anwendung kommt. Wie groß der Verlust an Ammoniak sein kann, wenn die Jauche über eine große Fläche ausgebreitet oder über Pflanzen ausgegossen wird, hier zum Theile an Blättern, Stengeln, Steinen rc. hängen bleibt und also eine schnelle Verdunstung der Feuchtigkeit eintritt, ergiebt sich aus einer Untersuchung von H. Krutzsch, welcher fand, daß der nach Zusatz von Salzsäure nach dem Eindampfen bei 100° gewonnene feste Rückstand der völlig gefaulten Jauche 12,38 Prc. Ammoniak enthielt, während in dem ohne Zusatz von Säure erhaltenen Rückstande nur noch 3,29 Prc. Ammoniak vorhanden waren. Die oben angedeuteten Mengenverhältnisse würden die Quantität der Schwefelsäure, welche der von einer Kuh jährlich gelieferten Jauche zuzusetzen wäre, auf etwa 10 Kil. (20 Pfd.) feststellen, wenn man nämlich annimmt, daß $^2/_3$ des Kuhharnes von der Streu aufgenommen in die Zusammensetzung des festen Düngers eingeht, dagegen $^1/_3$ als Jauche in dem Jauchenbehälter sich ansammelt. Auf einen Wassereimer voll Jauche kann man ungefähr $^1/_4$ bis $^1/_2$ Pfd. Schwefelsäure rechnen und danach ferner in dem Jauchenloche selbst, wenn man hier mittelst irgend einer Vorrichtung den Inhalt desselben bestimmt, leicht diejenige Quantität finden, welche man von Zeit zu Zeit, z. B. alle Wochen zusetzen muß. Auch für den Fall, daß die

ganze Menge der erzeugten Jauche zum Anfeuchten des Düngers oder zur Bereitung von Compost verwendet, also nicht im flüssigen Zustande mit den Pflanzen in Berührung gebracht wird, ist der jährliche Zusatz von einem $1/5$ Centner Schwefelsäure zur Jauche für jedes Stück Rindvieh, also bei einem Stamm von 40 Stück der Verbrauch von 8 Centnern sehr anzurathen; man wird dadurch die im Dünger enthaltene Kraft um so vollständiger den betreffenden Kulturen zu Gute kommen lassen und durch die auf diese Weise erzielten Mehrerträge gewiß reichlich die Kosten ersetzt erhalten. Indessen will ich nicht verschweigen, daß der im letzteren Falle erzielte Erfolg wohl nicht so auffallend sein wird, als da, wo die Jauche im flüssigen Zustand angewandt wird, und zwar nicht deshalb, weil in dem festen Dünger das Ammoniak durch die Schwefelsäure weniger vollständig zurückgehalten wird als in der flüssigen Jauche, sondern aus dem Grunde, weil bei einer zweckmäßigen Bereitung des Hofmistes und namentlich des Compostdüngers auch ohne Zusatz von Schwefelsäure schon das bei der Gährung sich bildende Ammoniak ziemlich vollständig in dem Dünger zurückbleibt. Deshalb geht mein Rath dahin, vor der Anschaffung bedeutender Schwefelsäuremengen zum Zwecke der Verbesserung des gewöhnlichen Düngers oder des Compostes erst durch vergleichende quantitative Versuche die pecuniären Vortheile, welche unter diesen Umständen mit dem Zusatze jenes Stoffes zur Jauche verbunden sein möchten, genau zu prüfen, dagegen aber überall, wo die Jauche im isolirten Zustande auf den Acker oder die Wiese gebracht wird, getrost die Schwefelsäure in den angegebenen Mengenverhältnissen anzuwenden. Endlich ist noch zu erwähnen, daß anstatt der Schwefelsäure auch die *Salzsäure* für denselben Zweck mit gleichem Erfolge dienen kann; es bildet sich in diesem Falle anstatt des schwefelsauren Ammoniaks eine Auflösung von Salmiak, über dessen günstige Wirkung zur Beförderung des Wiesenwuchses man das in einem früheren Kapitel Gesagte nachsehen und vergleichen mag.

Die Behandlung der gefaulten oder in Fäulniß begriffenen Jauche mit einer der genannten ammoniakbindenden Stoffe hat sich dann besonders vortheilhaft und empfehlenswerth gezeigt, wenn *die Jauche sehr reich an Stickstoffverbindungen* ist, wie z. B. der Fall ist, wenn sie vorzugsweise aus Pferdeurin besteht; und jene Behandlung ist um so nothwendiger, wenn diese Jauche zur Anfeuchtung eines an sich schon hitzigen und zu einer schnellen Gährung und Fäulniß geneigten Düngers verwendet werden soll. An Orten, wo viele Pferde gehalten werden, wo also eine bedeutende Quantität eines sehr hitzigen Düngers sich ansammelt, dieser oft mehrere Monate, selbst im Sommer bei hoher Lufttemperatur lagern muß, ehe er zur Verwendung auf dem Felde kommen kann, ist ein von *Schattenmann* in Vorschlag ge-

rachtes und von ihm selbst im Großen angewandtes Verfahren sehr zweckmäßig, um die Düngkraft längere Zeit möglichst vollständig zusammenzuhalten. Dieses kann nämlich nur geschehen durch eine künstliche Verlangsamung des Gährungsprozesses, welcher im Pferdedünger zuweilen so heftig und energisch auftritt, daß in Folge der freiwerdenden Wärme eine Selbstentzündung eintritt. Schattenmann leitet nicht allein den aus den Ställen ablaufenden Pferdeurin in einen geräumigen Jauchenbehälter, sondern er übergießt, wenigstens während der heißen Jahreszeit, den frischen Pferdedünger mit einer großen Menge gewöhnlichen Brunnenwassers und sammelt die von dem Dünger ablaufenden Flüssigkeiten in demselben Jauchenbehälter an. Durch dieses Verfahren wird der Dünger auf der einen Seite mit einer größeren Menge Feuchtigkeit versehen, auf der anderen Seite ihm aber stickstoffhaltige, zum Theil noch unzersetzte Stoffe entzogen und also auf doppelte Weise ein Hinderniß bereitet für den zu schnellen Verlauf der bald eintretenden Gährung. Noch mehr wird der beabsichtigte Zweck dadurch erreicht, daß man die in der Grube sich ansammelnde Flüssigkeit mit Eisenvitriol versetzt, wodurch das sich bildende Ammoniak an Schwefelsäure gebunden in der Auflösung vollständig zurückgehalten, der unangenehme Geruch nach Schwefelwasserstoff aber durch die Ausscheidung von Schwefeleisen gehoben wird. Schwefelwasserstoff entwickelt sich in größerer Menge bei der Fäulniß des Pferdeurins, als bei derjenigen des Rindviehurins, indessen nicht in so hohem Grade, daß zu dessen Bindung sehr bedeutende Mengen von Eisenvitriol erforderlich wären. Es kann daher in Gegenden, wo dieses Präparat einen hohen Handelspreis hat, auch als Zusatz zur Jauche verdünnte Schwefelsäure und selbst Gips im fein gepulverten Zustande verwendet werden, welchem letzteren Stoffe eine geringe Menge Eisenvitriol zweckmäßig beigefügt wird. Die so behandelte Jauche wird zur Anfeuchung des festen Düngers benutzt und durch das oftmals wiederholte Uebergießen der Gährungsprozeß so geleitet, daß derselbe ganz ähnlich verläuft wie bei dem kälteren Rindviehmiste, mit welchem der erzeugte Dünger hinsichtlich des Feuchtigkeitszustandes, des Gewichtes und der Wirkung ein ähnliches Verhalten zeigt. Ganz ebenso kann auch der Schafmist behandelt werden, wo derselbe namentlich während des Sommers in größerer Menge auf dem Hofe angesammelt wird und nicht im Stalle unter den Thieren liegen bleibt.

Payen hat unter Beihülfe von Poinsot und Wood sehr zahlreiche Versuche angestellt, um zu erfahren, durch welche Mittel der wirksamste Bestandtheil des Düngers, nämlich der Stickstoff, zunächst im Kuhharne conservirt und in organischer Verbindung zurückgehalten werden kann. Da diese Versuche, obgleich sie

nur sehr im Kleinen ausgeführt wurden, doch auch in praktischer Hinsicht vielfaches Interesse gewähren und zu weiteren Versuchen im Großen auffordern, so will ich die betreffenden analytischen Resultate hier übersichtlich zusammenstellen und die aus denselben sich ergebenden Folgerungen mittheilen.

Menge des Kuhharnes. Cubikcent.	Art und Menge (Grm.) der beigemischten Substanz.	Dicke der Schicht des Gemenges. Cubikcent.	Zeitverlauf bis zur Analyse.	Zurückgebliebener Stickstoff. Grm.	Verlust auf 100 Theile Stickstoff. Pr.
a. 100	0	—	2 Stunden	1,614	0
50	150 Thon	1	10 Tage	0,684	57,6
50	150 Kreide	1	10 Tage	0,218	87,1
50	50 Kalkhydrat	1	10 Tage	1,312	18,7
50	150 Thon	4	10 Tage	0,420	74,0
50	150 Kreide	4	10 Tage	0,138	91,4
50	50 Kalkhydrat	4	10 Tage	1,248	22,7
50	135 Thon und 15 Kreide	4	10 Tage	0,428	73,5
50	120 Thon und 30 Kreide	4	10 Tage	0,364	77,5
50	75 Thon und 75 Kreide	4	10 Tage	0,331	79,8
b. 100	0	—	2 Stunden	1,260	0
50	125 gebrannter Thon	1	6 Tage	1,250	0,78
50	125 gebrannter Thon	6	6 Tage	0,656	48,3
50	10 Stroh	1	6 Tage	0,164	87,0
50	10 Stroh	5	6 Tage	0,270	78,8
5	2,25 Stroh	1	6 Tage	0,180	85,7
10	2,25 Stroh	5	6 Tage	0,206	83,8
c. 100	0	—	2 Stunden	1,620	0
2	5 gebrannter Thon	—	6 Tage	0,765	52,1
2	1 Stroh, fest gepreßt	—	6 Tage	0,470	71,2
d. 100	0	—	2 Stunden	1,734	0
10	10 gebrannter Kalk, stark durchnäßt	—	5 Tage	1,603	7,6
100	10 Stroh, stark durchnäßt	—	5 Tage	0,893	48,6
e. 100	0			1,350	0
100	10 Kalk, langsam zur Trockne abgedampft			1,345	0,44
f. 100	0			1,311	0
100	nach 34tägiger Gährung und Abdampfen			0,453	65,5
100	nach 34tägiger Gährung, Zusatz von 0,1 Kalk und Abdampfen			0,395	69,87
g. 100	im Normalzustande			0,542	—
100	nach 13tägiger Gährung abgedampft			0,235	56,9
100	Zusatz von 0,05 Hefe und nach 13tägiger Gährung abgedampft			0,079	85,5
100	nach 11tägiger Gährung direkt untersucht			0,516	5,0
100	Zusatz von 0,05 Hefe und nach 11tägiger Gährung direkt untersucht			0,548	—
100	6 Stunden alt mit 2 Grm. Kalk eingedampft			0,444	18,3

			Zurückgebliebener Stickstoff.	Verlust auf 100 Theile Stickstoff.
	100	24 Stunden alt mit 2 Grm. Kalk eingedampft . . .	0,420	21,2
	100	mit 20 Grm. Stroh gemischt und nach 24 Stunden mit 2 Grm. Kalk versetzt, nach 8 Tagen	0,434	20,0
	100	10 Grm. Stroh damit begossen, nach 8 Tagen . . .	0,070	87,1
h.	100	im Normalzustande	1,034	—
	100	100 feiner Sand, nach 7 Tagen getrocknet . . .	0,775	25,0
	100	100 Sand und 10 Kreide, nach 7 Tagen getrocknet .	0,091	91,2
	100	100 Sand und 5 Kalk, nach 7 Tagen getrocknet . .	0,946	8,5
	100	100 Sand, 10 Kreide und 5 Kalk, nach 7 Tagen . .	0,988	4,5
i.	100	im Normalzustande	1,707	—
	100	mit 100 Grm. Holzkohle	0,921	46,0
	100	mit 100 Grm. Torfkohle	1,132	33,7
	100	mit 100 Grm. Knochenkohle	1,168	31,6
	100	100 Torfkohle und 5 Grm. Eisenvitriol	1,706	—
k.	100	im Normalzustande	2,063	—
	100	derselbe sogleich zur Trockne abgedampft	1,888	8,4
	100	mit 5 Grm. Gips, nach 2 Tagen abgedampft . . .	1,933	6,3
	100	100 Torfkohle und 5 Eisenvitriol, nach 2 Tagen . . .	1,995	3,3
	100	100 Torfkohle und 5 Gips, nach 2 Tagen.. . . .	2,006	2,7
l.	100	Harn, mit Sand und Oralsäure gleich eingedampft .	0,930	—
	100	mit 2 Grm. Schwefelsäure und nach 36 Tagen zur Trockne eingedampft	0,955	—
	100	mit 1 Grm. Schwefelsäure nach 36 Tagen	0,915	4,1
	100	2 Grm. Kalihydrat, nach 36 Tagen	0,873	8,4
	100	1 Grm. Kalihydrat, nach 36 Tagen	0,498	47,8
	100	2 Grm. Kohlenruß, nach 36 Tagen	0,140	85,3
	100	2 Grm. Holzruß, nach 36 Tagen	0,102	89,3
	100	1 Grm. kohlensaures Kali, nach 36 Tagen	0,081	91,5
	100	2 Grm. kohlensaures Kali, nach 36 Tagen	0,072	92,4
m.	100	im Normalzustande	1,428	—
	100	mit Sand und Oralsäure eingedampft	1,484	—
	100	mit 2 Grm. Schwefelsäure versetzt und nach 31 Tagen eingedampft	1,500	—
	100	mit 1 Grm. Kalialaun nach 31 Tagen eingedampft .	1,476	—
	100	mit 5 Grm. Kochsalz versetzt, nach 31 Tagen . . .	1,422	—
	100	mit 2 Grm. Kochsalz versetzt, nach 31 Tagen . . .	1,210	16,0
	100	ohne Zusatz nach 31 Tagen eingedampft	0,193	87,0
	100	mit 2 Grm. Steinkohlenruß versetzt, nach 31 Tagen .	0,166	88,9

Aus den vorstehenden Versuchsresultaten ersieht man:

a. Dem Kalke (Kalkhydrat) ist die Eigenschaft des Conservirens der stickstoffhaltigen Stoffe im Harne am meisten eigen, dann folgt der Thon; bei der Anwendung von Kreide ging am meisten verloren. Das Gemenge

von Thon mit 10 Prc. Kreide zeigte sich ebenso wirksam als der reine Thon; bei 50 Prc. Kreide war die Wirkung des Gemisches die mittlere von denjenigen der beiderlei Substanzen.

b. c. d. Der gebrannte Thon, in der Mischung mit Harn stets feucht gehalten, ließ in 6 Tagen fast die Hälfte des Stickstoffes verloren gehen, während ein ähnliches Gemenge, das in derselben Zeit an der Luft austrocknete, fast den ganzen Stickstoffgehalt behielt. Bei Stroh trat, verglichen mit der Mischung des Harnes mit Kalk und Thon, der größte Verlust an Stickstoff ein und es ist sehr wahrscheinlich im Großen, wo der Stallmist in schwach gepreßten Haufen der Luft ausgesetzt wird, der Stickstoffverlust noch größer. Ein dichtes Zusammenschlagen und so viel als möglich Ausschließung der Luft durch reichliches Anfeuchten mit Harn scheinen die besten Mittel zu sein, um den gewöhnlichen Stalldünger zu conserviren.

e. Nach einem Zusatz von 10 Prc. Kalkhydrat zu frischem Harne kann man denselben ohne bedeutenden Verlust an Stickstoff concentriren. Bei einer raschen Verdunstung würde vielleicht ein Fünftel des Kalkes ausreichen, so daß man alle festen Bestandtheile des Harnes benutzen könnte, wodurch man eins der größten Probleme der Landwirthschaft gelöst haben würde.

f. g. Nach der freiwilligen Gährung, welche 34 Tage lang bei einer mittleren Temperatur von 19,5° dauerte, können 70 Prc. Stickstoff bei dem Eindampfen der Flüssigkeit verloren gehen; der Zusatz des Fermentes erhöht diesen Verlust noch, so daß er binnen 13 Tagen auf 85 Prc. steigen kann. 2 Prc. Kalkhydrat können schon zur Conservation der stickstoffhaltigen Bestandtheile des Düngers dienen. Unter den Verhältnissen, wo dieser Zusatz nach 24 Stunden gemacht wurde, war der Verlust ein vierfach geringerer, als wenn man ohne Zusatz von Kalk das Stroh mit dem Harne begossen hatte. Wenn man den Harn oder den frischen Mist in schwachem Verhältnisse mit Kalkhydrat versetzt, so behalten die Gemenge die Fähigkeit, die den Pflanzen nützlichen ammoniakalischen Produkte zu entwickeln; diese Entwicklung wird nach und nach stattfinden, indem die Feuchtigkeit des bebauten Erdreichs und die vorhandene Kohlensäure den mit den organischen Substanzen verbundenen Kalk in kohlensauren Kalk verwandeln, welcher die Eigenschaft besitzt, die Verwesung und Fäulniß dieser Substanzen sehr zu begünstigen.

h. Reiner feiner Sand scheint mit ziemlich gutem Erfolg zum Verdicken des Harnes benutzt werden zu können; mit einigen Procenten Kreide gemengt, beschleunigt er hingegen den Stickstoffverlust, so daß derselbe 90 Prc. beträgt, während der Zusatz von 5 Prc. Kalk, selbst bei Gegenwart

			Zurückgebliebener Stickstoff.	Verlust auf 100 Theile Stickstoff.
	100	24 Stunden alt mit 2 Grm. Kalk eingedampft . . .	0,426	21,2
	100	mit 20 Grm. Stroh gemischt und nach 24 Stunden mit 2 Grm. Kalk versetzt, nach 8 Tagen	0,434	20,0
	100	10 Grm. Stroh damit begossen, nach 8 Tagen . . .	0,070	87,1
h.	100	im Normalzustande	1,034	—
	100	100 feiner Sand, nach 7 Tagen getrocknet . . .	0,775	25,0
	100	100 Sand und 10 Kreide, nach 7 Tagen getrocknet .	0,091	91,2
	100	100 Sand und 5 Kalk, nach 7 Tagen getrocknet . .	0,946	8,5
	100	100 Sand, 10 Kreide und 5 Kalk, nach 7 Tagen . .	0,988	4,5
i.	100	im Normalzustande	1,707	—
	100	mit 100 Grm. Holzkohle	0,921	46,0
	100	mit 100 Grm. Torfkohle	1,132	33,7
	100	mit 100 Grm. Knochenkohle	1,168	31,6
	100	100 Torfkohle und 5 Grm. Eisenvitriol	1,706	—
k.	100	im Normalzustande	2,063	—
	100	derselbe sogleich zur Trockne abgedampft	1,888	8,4
	100	mit 5 Grm. Gips, nach 2 Tagen abgedampft . . .	1,933	6,3
	100	100 Torfkohle und 5 Eisenvitriol, nach 2 Tagen . . .	1,995	3,3
	100	100 Torfkohle und 5 Gips, nach 2 Tagen.. . . .	2,006	2,7
l.	100	Harn, mit Sand und Oxalsäure gleich eingedampft .	0,930	—
	100	mit 2 Grm. Schwefelsäure und nach 36 Tagen zur Trockne eingedampft	0,955	—
	100	mit 1 Grm. Schwefelsäure nach 36 Tagen	0,915	4,1
	100	2 Grm. Kalihydrat, nach 36 Tagen	0,873	8,4
	100	1 Grm. Kalihydrat, nach 36 Tagen	0,496	47,8
	100	2 Grm. Kohlenruß, nach 36 Tagen	0,140	85,3
	100	2 Grm. Holzruß, nach 36 Tagen	0,102	89,3
	100	1 Grm. kohlensaures Kali, nach 36 Tagen	0,081	91,5
	100	2 Grm. kohlensaures Kali, nach 36 Tagen	0,072	92,4
m.	100	im Normalzustande	1,428	—
	100	mit Sand und Oxalsäure eingedampft	1,454	—
	100	mit 2 Grm. Schwefelsäure versetzt und nach 31 Tagen eingedampft	1,500	—
	100	mit 1 Grm. Kalialaun nach 31 Tagen eingedampft .	1,476	—
	100	mit 5 Grm. Kochsalz versetzt, nach 31 Tagen . . .	1,422	—
	100	mit 2 Grm. Kochsalz versetzt, nach 31 Tagen . . .	1,210	16,0
	100	ohne Zusatz nach 31 Tagen eingedampft	0,193	87,0
	100	mit 2 Grm. Steinkohlenruß versetzt, nach 31 Tagen .	0,166	88,9

Aus den vorstehenden Versuchsresultaten ersieht man:

a. Dem Kalke (Kalkhydrat) ist die Eigenschaft des Conservirens der stickstoffhaltigen Stoffe im Harne am meisten eigen, dann folgt der Thon; bei der Anwendung von Kreide ging am meisten verloren. Das Gemenge

Gegenstande untergeordnete Punkte scheint man ziemlich allgemein derselben Ansicht zu sein, nämlich 1) daß es räthlich ist, den frischen Dünger wenigstens eine kurze Zeit unter dem Viehe liegen und von demselben zusammentreten zu lassen; 2) daß der Schafmist ohne Nachtheil Monate lang in dem Stalle verbleiben kann, und 3) daß die Pferdeställe unter allen Umständen reinlich gehalten und wenigstens alle Wochen ausgemistet werden müssen. Diese Behauptungen lassen sich auch theoretisch wenigstens theilweise rechtfertigen. Es muß der Dünger auf der Miststätte sich besser und gleichmäßiger ausbreiten lassen, wenn er durch das genannte Mittel seine sperrige Beschaffenheit verloren hat, er ist auf das vollständigste mit Urin gesättigt und bedarf auf der Miststätte weniger eines längeren und sorgfältigen Feststampfens, als wenn der Dünger alle Tage aus dem Stalle herausgeschafft wird, in welchem Falle er leicht eine zu lockere Masse bildet, welche nicht sämmtliche etwa sich entwickelnde Gase zurückzuhalten vermag. Der Schafmist ist weit weniger wässerig als der Rindviehdünger und aus diesem Grunde kann das Streumaterial auch vollständiger die vorhandene Jauche absorbiren, so daß auch bei größerer Anhäufung des Mistes keine dem Vieh nachtheilige Unreinlichkeit vorhanden sein wird; in den Schafställen ferner wird die oft bedeutende Erhöhung des Bodens durch den Mist keine Unbequemlichkeit für das Vieh mit sich führen, weil dieses frei herumläuft und nach Belieben eine zusagende Lagerstätte sich aussuchen kann. Auch scheint die in Folge der eintretenden Gährung während des Winters sich entwickelnde Wärme den Schafen zuzusagen, ohne daß die gleichfalls hierbei frei werdenden Dünste der Gesundheit derselben nachtheilig werden, wenn nur für die nöthige Lüftung des Stalles Sorge getragen wird, welche jedoch auch bei Abwesenheit des Düngers nicht unterbleiben darf. Ob aber bei der Ansammlung des Schafmistes im Stalle nicht dennoch unter gewissen Verhältnissen ein großer Theil seiner Düngkraft, namentlich während des Sommers, verloren gehen kann und ob dieser Verlust nicht durch anderweitige Behandlung des Schafmistes verhindert oder vermindert werden kann, diese Frage soll weiter unten ihre Beantwortung finden. Daß man die Pferdeställe häufiger auszumisten pflegt, selbst in den Gegenden, wo der Rindvieh- und Schafdünger im Jahre nur drei bis vier Mal unmittelbar aus dem Stalle auf den Acker gebracht wird, doch wenigstens jedesmal nach Verlauf von ein bis zwei Wochen, davon liegt der Grund in der Natur des Pferdes, welches vor allen anderen Hausthieren die Reinlichkeit liebt und dem eine dunstfreie Atmosphäre vorzugsweise nöthig ist; es ist die Entfernung des Pferdemistes aus dem Stalle um so wichtiger, als derselbe bei der Gährung weit schneller eine große Menge von Ammoniak bildet, als der Rindviehmist, und

dieses Ammoniak dann das freie Athmen der Thiere erschwert, während eine zu starke Lüftung des Stalles wiederum zur Winterzeit nicht allein die Temperatur zu sehr erniedrigen, sondern auch die Verflüchtigung nicht unbedeutender Mengen von düngenden Substanzen zur Folge haben wird.

Die im Anfange dieses Kapitels aufgestellte Frage ist jetzt auf die speciellere zurückgeführt worden, ob es zweckmäßig sei, den Dünger in den Rindviehställen Monatelang sich anhäufen zu lassen? Die Antwort auf diese Frage würde leicht zu geben sein, wenn wir genaue und zuverlässige Erfahrungen darüber hätten, ob in dem einen oder anderen Falle die Gesundheit des Viehes eine bessere oder schlechtere ist, ferner ob die Güte der von den Kühen gewonnenen Milch und Butter, sowie endlich des Düngers selbst durch diese oder jene Art der Düngeransammlung wesentlich bedingt ist. Hinsichtlich der Gesundheit der Thiere ist mir nicht bekannt, daß in den Gegenden, wo die Ansammlung des Mistes in den Ställen gebräuchlich ist, irgendwie mehr Krankheiten unter dem Rindvieh herrschten, als anderswo, auch sehe ich nicht ein, wie das Wohlbefinden desselben durch die Gegenwart des Düngers im Stalle leiden könnte, vorausgesetzt, daß zwei wesentliche Bedingungen erfüllt sind: einmal nämlich muß hinreichend Streumaterial vorhanden sein und dann stets die überflüssige Jauche Abzug haben, in den Jauchenbehälter abfließen können. Da es wichtig ist, daß die Thiere stets ein trocknes und reinliches Lager haben, so ist bei dem längeren Liegenbleiben des Mistes ein größerer Aufwand von Streumitteln nöthig, als im entgegengesetzten Falle; dieser ist um so bedeutender, je mehr das Futtermaterial wässeriger Natur ist, zum großen Theile, z. B. aus Branntweinschlempe oder aus saftigem grünem Klee besteht, wodurch auch die Excremente einen geringeren Zusammenhang und einen größeren Feuchtigkeitsgehalt annehmen. Auf diese Weise aber gewinnt man einen Dünger, welcher um so weniger kräftig ist, je mehr Streu man angewendet hat und je mehr Jauche in dem betreffenden Behälter sich ansammelt; auf der Miststätte dagegen würde man es mehr in seiner Gewalt haben, einen Dünger zu erzeugen von beliebiger Kraft bei einem bestimmten Volumen. Es ist als ein Hauptvorzug der Bereitung des Stallmistes bezeichnet worden, daß bei derselben die Handarbeit und somit auch der Kostenaufwand geringer sei, als bei der Erzeugung des Düngers auf der Miststätte, da der Dünger aus dem Stalle sofort auf den Düngerwagen und mit demselben aufs Feld geschafft wird. Diese Arbeitsersparniß ist in der That nicht zu leugnen, indessen muß man zugleich bedenken, daß deren Vortheile wohl durch den größeren Aufwand an Streu reichlich wieder aufgehoben werden möchten, ein Aufwand, welcher nicht durch das größere Volumen des erzeugten Düngers

gedeckt werden kann, denn das Stroh, welches zur Streu verwendet werden muß, verwerthet sich niemals vollständig im Dünger und es ist stets ein nicht unbedeutender pecuniärer Verlust mit einer Vergrößerung der Streumasse verbunden, wenn nicht gleichzeitig die thierischen Excremente an innerer Kraft zunehmen. Man hat bei der Ansammlung des Düngers im Stalle in einigen Gegenden Deutschlands die Gewohnheit, eine an sich ziemlich werthlose und leicht herbeizuschaffende organisch-vegetabilische Substanz in einer mehr oder weniger starken Schicht auf dem Boden des eben ausgemisteten Stalles auszubreiten, so Heidekraut, Topinamburstengel, Rapsstroh, Seegras, Teichstreu, in Ermangelung dieser Stoffe Torf- oder Braunkohlenpulver oder selbst nur gewöhnliche Ackererde, und durch dieses Mittel theils eine Ersparniß an Stroh zur Einstreu bewirkt, theils auch das Abfließen der überschüssigen Jauche aus den Ställen verhindert, indem diese vollständig von jenen porösen oder schwammigen Substanzen aufgenommen wird; die ganze Masse des Düngers wird auf diese Art bedeutend im Volumen und Gewichte vermehrt, wodurch die geringere Güte des oberen Theiles der Düngmasse ersetzt wird. Bei Anwendung von derartigen Stoffen wird aber bei der Fortschaffung des Düngers aus dem Stalle auch mehr Arbeit erforderlich, so daß also die Ersparniß an Arbeit keineswegs als ein Vorzug für den Stallmist in Anschlag zu bringen ist, namentlich weil derselbe oft nicht so weit in Gährung übergeht und mithin hierdurch auch sein Volumen nicht so weit vermindert, als der in dickerer Schicht auf der Miststätte angesammelte Hofmist. Daß bei der Bereitung von Stallmist die düngenden Substanzen vollständiger gegen die theilweise Verflüchtigung geschützt seien, ist eine Behauptung, welche allerdings richtig sein mag, wenn man eine Ansammlung des Mistes auf der Düngerstätte vor Augen hat, welche ganz und gar der Willkür und Bequemlichkeit des Gesindes überlassen ist und ohne alle Intelligenz und Vorsichtsmaßregeln vorgenommen wird. Diese Verflüchtigung findet auch in dem Stalle statt, wie aus späteren Mittheilungen über die Düngerproduktion sich ergeben wird; außerdem ist zu beachten, daß in dem Stalle wohl kaum ein Dünger erzeugt werden kann von so gleichmäßiger Beschaffenheit, wie auf der Düngerstätte, weil keine so gleichmäßige Vertheilung der flüssigen und festen Excremente, keine so innige Mischung derselben mit dem Streumaterial stattfinden kann, wie auf dem Hofe, und weil die Düngmasse nicht von den Thieren überall in gleichem Grade niedergetreten und festgestampft wird, ein Uebelstand, den man zuweilen auf die Weise zu heben sucht, daß man die Thiere von Zeit zu Zeit ihren Stand wechseln läßt, da dieselben in dieser Hinsicht oft verschiedene Gewohnheiten zeigen; noch voll-

ständiger würde in dem Stalle eine größere Gleichmäßigkeit des Düngers erzeugt werden, wenn die Einrichtung der Ställe es gestattete, dem Viehe zeitweise eine der gewöhnlichen entgegengesetzte Stellung zu geben oder auch die Thiere ganz frei herumlaufen zu lassen, wie es in manchen Gegenden Englands wirklich der Fall ist, und in neuester Zeit auch auf dem Continente, z. B. in Böhmen vorzugsweise nachgeahmt wird.

Was endlich die Frage angehet, ob durch die Ansammlung von Dünger im Stalle eine Verschlechterung im Geschmacke der Milch und der Butter hervorgebracht werde, so wage ich hierüber kein entscheidendes Urtheil zu fällen. Ich glaube freilich nicht, daß bei hinreichender Streu und Reinlichkeit in dieser Hinsicht irgend ein nachtheiliger Einfluß sich äußern wird, aber man kann dagegen bemerken, daß selbst die Möglichkeit einer solchen Einwirkung vermieden würde, wenn man dem baldigen Herausschaffen des Düngers vor dem Liegenlassen desselben unten den Thieren den Vorzug gäbe. Man kann vielleicht in Betreff des hier in Anregung gebrachten Punktes die Entscheidung denjenigen Ländern überlassen, in welchen die Viehwirthschaft vorzugsweise ausgebildet ist, und wo die Produkte derselben, namentlich die Butter, von anerkannter Güte sind, wie in England, Holstein, Holland, der Schweiz ꝛc. In diesen Ländern pflegt man allerdings den Mist in sehr kurzen Zeiträumen sorgfältig aus den Ställen herauszuschaffen und ist der Ansicht, daß die größte Reinlichkeit wesentliche Bedingung sei für die Erzeugung einer wohlschmeckenden Butter und man glaubt, daß die hierzu nöthige Reinlichkeit nicht bei der Anhäufung von Mist in den Ställen erreicht werden kann.

Lawrence in Cirencester hat vergleichende Analysen von Stalldünger (Verschlagdünger) und Hofmist mitgetheilt. In den Ställen waren für je zwei Thiere förmliche Verschläge (boxes) gemacht worden, 2 Fuß tief ausgegraben und 9 Fuß breit und lang. Ich theile hier die etwas unklar gegebenen Resultate der Analysen mit und stelle zur Vergleichung die Zahlenverhältnisse daneben, welche Boussingault bei der Untersuchung eines gewöhnlichen Hofdüngers erhielt:

	Lawrence.		Boussingault.
	Stalldünger.	Hofdünger.	Hofdünger.
Wasser	71,04 Prc.	71,00 Prc.	79,30 Prc.
Stickstoff in der getrockneten Masse	2,37 „	1,07 „	2,00 „
In Wasser lösliche Salze, enthaltend organische und unorganische Stoffe	10,07 „	4,06 „	—
Organische Stoffe	5,42 „	4,06 „	14,03 „
Unorganische Stoffe	4,28 „	2,78 „	6,67 „
Phosphorsäure	0,03 „	0,26 „	0,20 „
Kali und Natron	2,00 „	0,08 „	0,52 „

Wenn in Betreff der von Lawrence angegebenen Zahlenverhältnisse nicht Irrthümer obwalten, so beweisen diese Analysen, daß der untersuchte Hofdünger nicht mit der nöthigen Sorgfalt behandelt wurde, denn es ist nicht viel mehr als eine ausgelaugte und ziemlich unwirksame Masse zurückgeblieben; dagegen beweist die von Boussingault ausgeführte Analyse eines sorgfältig behandelten und im mittleren Zustande der Gährung befindlichen Hofmistes, daß der letztere einen gleichen Gehalt an vorzugsweise werthvollen Substanzen besitzt, wie der Stalldünger und selbst der Verschlagdünger, welcher letztere 12 bis 13 Wochen lang in einer wasserdichten Grube sich ansammelte und also die ganze Menge der Jauche in sich aufnehmen mußte, woraus der größere Gehalt an Stickstoff und namentlich an Kali sich erklärt.

Vergleichende Versuche über die Wirkung des im Hofe und im Stalle angesammelten Düngers sind von Lord Kinnaird im Jahre 1851 angestellt worden. Er ließ nämlich eine gleiche Anzahl Mastochsen in einem bedeckten Viehhofe und im Stalle in ganz gleicher Weise füttern, den Dünger aber von den ersteren öfters auf eine offene Miststätte bringen, während er im Stalle unter den Thieren liegen blieb. Der Erfolg beider Düngerarten bei deren Anwendung auf einem Felde von gleicher Bodenbeschaffenheit war ein sehr verschiedener. Es wurden nämlich unter dem Einfluß des Stalldüngers 11750 Kil. Kartoffeln und im folgenden Jahre 54 Bushel Weizen nebst 1505 Kil. Stroh, von dem Hofdünger dagegen auf einer gleich großen Fläche nur 7600 Kil. Kartoffeln nebst 42 Bushel Weizen und 1092 Kil. Stroh producirt. Freilich kann man nicht wissen, ob der betreffende Hofdünger in diesem Falle mit der nöthigen Sorgfalt behandelt worden ist; indeß ergiebt sich doch so viel aus diesen Versuchen wie aus den obigen Betrachtungen, daß bei dem Liegenbleiben des Mistes im Stalle unter den Thieren die Gefahr einer wesentlichen Verschlechterung desselben eine geringere ist, als wenn er unter freiem Himmel angesammelt wird; der Mangel an jeglicher Behandlung beeinträchtigt die Güte und den Gehalt des Düngers weit weniger, als dieses auf der Miststätte der Fall ist. An den Orten aber, wo man gut eingerichtete Düngerstätten und Jauchengruben besitzt, wo man die Behandlung des Mistes auf dem Hofe nach richtigen Grundsätzen zu leiten versteht, wird man sicherlich im Freien einen ebenso kräftig und gleichmäßig wirkenden Dünger erzielen, wie im Stalle. Vielleicht ist der beste und sicherste Weg, um einen Dünger von vorzüglicher Beschaffenheit zu erhalten, wenn man biede Extreme mit einander verbindet, den Dünger nämlich zwei bis drei Wochen unter dem Vieh sich ansammeln läßt, sodann auf die Düngerstätte bringt, hier gleichmäßig vertheilt, durch das Vieh feststampfen läßt, mit einer Schicht Erde

bedeckt und für den nöthigen und gleichmäßigen Feuchtigkeitszustand der ganzen Masse Sorge trägt.

Es ist bekannt, daß in den Viehställen ein eigenthümlicher durchdringender Geruch sich entwickelt, welcher hauptsächlich von luftförmigem Ammoniak herrührt; das Ammoniak kann in den Schaf- und Pferdeställen in dem Grade in der Atmosphäre verbreitet sein, daß die Augen bis zu Thränen, die Nase zum Niesen gereizt und das freie und ungehinderte Athmen dadurch behindert wird. Solches ist nämlich während des Sommers der Fall, wenn ein hitziger Dünger durch die hohe Temperatur der Luft zu einer sehr schnellen Gährung veranlaßt wird, und wenn nicht für schnellen Luftwechsel hinreichend Sorge getragen ist. Daß eine derartige Verunreinigung der Atmosphäre höchst nachtheilig auf das Wohlbefinden der Thiere einwirken muß, bedarf wohl kaum der Erwähnung, und wollte man diese nachtheilige Wirkung durch erhöhten Luftzug aufheben, so könnte dieser wiederum die Thiere belästigen, ganz besonders aber würde man dadurch einen empfindlichen Verlust an düngenden Substanzen verursachen, welche ungenutzt entweichen müßten. Das Eine wie das Andere sucht man in der Regel dadurch zu verhindern, daß man zur heißeren Jahreszeit den Dünger häufiger aus den Ställen schafft, welches auch schon von selbst wegen der Verwendung desselben auf dem Acker sich nothwendig macht, dennoch aber, besonders hinsichtlich des Schafdüngers, in der Regel keineswegs häufig genug geschieht. Der Verlust, welchen auf diese Weise der Landwirth erleidet, ist ein sehr großer; man muß stets sich erinnern, daß an den hier entweichenden Luftarten das Ammoniak einen großen Antheil nimmt und daß jedes Pfund dieses Körpers für den Landmann einen Düngerwerth besitzt von wenigstens 6 bis 8 Groschen. Wie schnell werden nicht auf diese Weise aus den Groschen Thaler und aus wenigen Thalern deren eine ganze Menge! Jeder Landwirth weiß hinlänglich, daß Dünger und guter Dünger der wichtigste Hebel für seine ganze Wirthschaft ist, und Jeder, dem seine Wirthschaft am Herzen liegt und dem das Geld kein gleichgültiges Ding ist, muß stets darauf bedacht sein, alle düngenden Substanzen sich möglichst vollständig zu erhalten.

Es können zur Fixirung des Ammoniaks im Stalle ganz dieselben Mittel dienen, welche ich schon bei der Behandlung der Jauche in Erwähnung gebracht habe, nämlich Gips oder gipshaltige Torf-, Braun- und Steinkohlenasche, Eisenvitriol und freie Säuren. Von diesen Stoffen wird hier, wie ich glaube, der Eisenvitriol am wenigsten zweckmäßig sein, theils weil er verhältnißmäßig ziemlich hoch im Preise steht, theils aber auch, weil die Beimengung großer Quantitäten von Eisen vielleicht nachtheilig wirken kann, jedenfalls aber hier unnütz ist, da aus den sich entwickelnden

Gasen nur das Ammoniak gebunden werden soll und in den Ställen außer dem Ammoniak nicht gleichzeitig bedeutende Mengen von Schwefelwasserstoffgas sich verbreiten, wie solches bei der Fäulniß der menschlichen Excremente der Fall ist. Wenn man die Verflüchtigung des Ammoniaks durch Ueberstreuen des Düngers mit einem dazu geeigneten Mittel hindern will, so wendet man hierzu am besten Gipspulver an, indem die freien Säuren (Schwefelsäure oder Salzsäure), wenn sie nicht im außerordentlich verdünnten Zustande ausgegossen werden, möglicher Weise der Gesundheit der Thiere schaden können. In den Ställen, wo hinlänglich Feuchtigkeit vorhanden ist, ist die Fixirung des Ammoniaks durch Gips keinem Zweifel unterworfen; so wird z. B. von Eldena aus berichtet, daß der Ammoniakgeruch in einem Pferdestalle daselbst, in welchem 26 Pferde stehen, beinahe ganz unmerklich geworden ist, seitdem täglich 8 Pfd. Gips auf den Boden des Stalles ausgestreut werden. Der gleichmäßigeren Vertheilung wegen kann man den Gips vor dem Ausstreuen mit Erde mischen. Ein so behandelter Dünger scheint nicht nur auf die Kulturgewächse aus der Familie der Hülsenfrüchte, sondern auch auf die Halmfrüchte von größerer Wirkung zu sein, als der gewöhnliche Stalldünger, der ohne Gips gewonnen wird; wenigstens zeichneten sich alle Felder, welche mit jenem Dünger gedüngt worden waren, sehr merklich im Ernteertrage vor den mit gewöhnlichem Miste behandelten Fluren aus.

Auch zum Ueberstreuen des Hofdüngers auf der Miststätte ist der Gips mehrfach angewandt worden; so erzählt Didieux, ein französischer Landwirth, daß der mit Gips behandelte Hofdünger im Jahre 1843 in Stroh, Spreu und Körnern des Weizens einen Mehrertrag von 1/3 bewirkt habe über den ungegipsten Dünger, obgleich der letztere in eben so großer Quantität wie der erstere angewandt worden sei. Bei Klee, der in den Weizen gesäet wurde, zeigte sich im Herbste dieselbe üppige Vegetation, derselbe gab ebenfalls 1/3 mehr Ertrag als ohne Gips und einen gleich hohen Ertrag wie der Klee, welcher im Frühjahr direkt mit Gips überstreut worden war. Im J. 1844 wurden diese Versuche fortgesetzt und lieferten genau dieselben Resultate; seit dieser Zeit wird stets mit gleich günstigem Erfolge der Dünger mit Gips gemischt und der in gedüngtes Wintergetreide gesäete Klee zeichnet sich sehr deutlich durch seinen kräftigen Wuchs, sowie sicheren und größeren Ertrag aus. Die Quantität, welche Didieux möglichst gleichmäßig über den Hofmist ausstreut, beträgt für ein Fuder oder etwa 1000 Kil. 8—10 Kil. Gips. Auch in England hat man vielfach im Stalle sowohl wie auf dem Hofe den feingemahlenen Gips angewandt, jedoch mit sehr wechselndem Erfolge; der mit Gips behandelte Dünger hat vorzugsweise an den Orten einen deutlich günstigen Erfolg für die Vegetation gezeigt, wo auch der Gips schon

für sich im isolirten Zustande das Wachsthum des Klees zu fördern pflegt, anderswo hat man keine besonders auffallende Vermehrung der Erträge beobachtet und im Allgemeinen hat dieses Mittel nicht den Eingang in die Praxis der Düngerbereitung finden können, wie man nach der großen Verbreitung und der Billigkeit dieses Minerales, im Vergleich zu anderen schwefelsäurehaltigen Stoffen, wohl hätte vermuthen sollen. Wegen der Schwerlöslichkeit des Gipses ist seine Wirkung zur Absorption und Fixirung des Ammoniaks, namentlich in den Ställen, nur langsam und nicht so auffallend, wie bei Anwendung von Eisenvitriollösung oder verdünnter Schwefelsäure; dennoch aber muß auch hier die Bindung eines großen Theiles des Ammoniaks stattfinden, obgleich der Geruch durch alleinige Anwendung des Gipses, wie es scheint, nicht vollständig entfernt werden kann. Statt des Gipses könnte für denselben Zweck in den Ställen, besonders in den Pferde- und Schafställen, und zwar mit ungleich rascherer Wirkung, gepulverte Holzkohle oder Torfkohle, wie auch die eisenvitriolhaltige Braunkohle benutzt werden, wenn diese Stoffe für einen billigen Preis herbeizuschaffen sind. Selbst gewöhnliche, etwas humose und lehmige Ackererde ist oft schon geeignet, alle diese Mittel zu ersetzen. Am schnellsten und in verhältnißmäßig geringster Quantität ist die Schwefelsäure wirksam, wenn diese mit Wasser sehr verdünnt (bis zum funfzig- oder hundertfachen Volumen der käuflichen Säure), von Zeit zu Zeit über den Dünger mittelst einer Art hölzerner Gießkanne ausgegossen wird; jedoch steht deren Anwendung im Großen einmal deren ziemlich hoher Preis entgegen, namentlich weil nicht vermieden werden kann, daß ein großer Theil unbenutzt verloren geht durch Sättigung der im Dünger enthaltenen Alkalien und Erden, dann aber auch das Unbequeme der Anwendung einer solchen flüssigen Masse und endlich die Gefahr, welche möglicherweise, bei Mangel an Vorsicht, dadurch dem Viehe erwachsen kann.

Diese Gefahr läßt sich dadurch vermeiden, daß man die Schwefelsäure nicht als Flüssigkeit anwendet, sondern im Gemenge mit einem festen Stoffe, welcher von derselben nicht aufgelöst und angegriffen wird. Man braucht zu diesem Behufe nur flache, an den Kanten mit einer kleinen Leiste versehene Bretter, etwas unterhalb der Decke in den Ställen in der Weise anzubringen, daß die Bretter leicht herunter genommen werden können, auf dieselben eine passende Menge feinen Quarzsandes zu streuen, diesen mit etwas verdünnter Schwefelsäure anzufeuchten und die ganze Masse flach auszubreiten. Anstatt des Sandes oder der sandigen Ackerkrume wendet man mit ebenso gutem Erfolge auch eine poröse, humose Substanz an, so Sägespäne, Torf- oder Braunkohlenpulver oder zerstoßene Holzkohlen,

welche Substanzen jedoch nicht soviel Kalk enthalten dürfen. Diese Masse wird etwa alle acht Tage erneuert oder auch nur aufs Neue mit etwas Schwefelsäure übergossen, wenn nicht der Brei durch Anziehung der Feuchtigkeit aus der Luft zu dünn und wässerig geworden ist, in welchem Falle man wiederum etwas von der trockenen, sandigen oder humosen Substanz beimengt oder das Ganze durch ein neues Gemenge ersetzt, während das frühere in den Jauchebehälter geworfen wird, wo die etwa noch vorhandene freie Schwefelsäure dazu dient, um auch hier eine andere Quantität von Ammoniak in den Zustand größerer Firirung überzuführen. Die Schwefelsäure kann in diesem Falle nicht durch die Salzsäure ersetzt werden, denn diese würde wegen ihrer Flüchtigkeit im ganzen Stalle zur Entstehung dicker weißer Nebel von Salmiak Veranlassung geben, welche das Athmen erschweren und als ein schneeartiger Ueberzug auf alle lebende und todte Gegenstände sich absetzen würde. Dagegen kann man mit 10 Pfd. Schwefelsäure, welche man in einer mäßig großen Wirthschaft vielleicht alle Wochen verbraucht und die im Handel für 5 bis 10 Sgr. zu haben sind, so viel Ammoniak firiren und seiner Oekonomie erhalten, daß dieses fast einen Thaler an Düngwerth besitzt.

Die Menge des in den Ställen verbreiteten gasförmigen Ammoniaks ist sehr bedeutend und zwar nicht allein in dem Falle, wenn der Dünger im Stalle selbst der Gährung unterliegt, sondern auch dann, wenn er täglich mehrmals aus dem Stalle herausgeschafft und dieser stets im fast völlig reinen Zustande gehalten wird. Der von den Thieren mit den Nahrungsstoffen aufgenommene Stickstoff wird nicht ausschließlich in den flüssigen oder festen Excrementen aus dem Körper wieder entfernt, sondern eine nicht unbedeutende Menge desselben tritt in der Form von Ammoniak durch Lungen und Haut direkt in die Atmosphäre. Man hat durch genaue quantitative Versuche gefunden, daß durch Haut und Lungen bei einer Kuh täglich 27 Gramme Stickstoff als Ammoniak aus dem Körper heraustreten. Wenn man nun im Stande ist, dieses gasförmige Ammoniak, welches auch bei der sorgfältigsten Behandlung des Düngers verloren gehen wird, vollständig zurückzuhalten und im gebundenen Zustande auf den Acker oder die Wiese zu bringen, so wird man auf diese Weise von jeder einzelnen Kuh, die im Stalle steht, jährlich einen Dünger erhalten, welcher einen um 4—5 Thaler höheren Werth haben muß, als der unter den gewöhnlichen Umständen erhaltene; denn es läßt sich leicht berechnen, daß auf dem angedeuteten Wege bei einer erwachsenen Kuh jährlich etwa 20 Pfd. oder beinahe 10 Kilogramme chemisch gebundener Stickstoff verloren gehen, welche wenigstens einen Düngwerth von 4—5 Thalern haben.

Ganz besonders groß ist der Stickstoffverlust bei dem Schafmist, namentlich wenn derselbe unter dem Einfluß eines sehr kräftigen Mastfutters produ-

cirt worden ist und bei hoher Lufttemperatur im Sommer längere Zeit in dem Stalle liegen bleibt. In diesem Falle kann nach meinen Beobachtungen innerhalb 4 Wochen über ein Drittel des ursprünglich im Dünger vorhandenen Stickstoffes als Ammoniak sich verflüchtigen und hier ist daher Vorsicht besonders nöthig. Die Verflüchtigung des Ammoniaks wird am besten dadurch verhindert, daß man den Dünger häufig aus dem Stalle schafft und entweder gleich auf den Acker bringt oder auch einer ähnlichen Behandlung auf dem Hofe unterwirft, wie Schattenmann für den Pferdemist in Vorschlag und mit großem Erfolg zur Ausführung gebracht hat. Will oder kann man diese Methode nicht in Anwendung bringen, dann wird man schon eine beträchtliche Menge von Ammoniak zurückhalten, wenn man den oft (namentlich bei trockner Mastfütterung) sehr trocknen Schafdünger täglich im Stalle, jedesmal vor dem Einstreuen mit Wasser oder verdünnter Kuhjauche übergießt. Wenn man gleichzeitig lehmige Erde oder eins der oben genannten chemischen Mittel anwendet, so bleibt um so vollständiger die ursprüngliche Kraft dem Dünger erhalten.

D. Behandlung des Hauptdüngers auf dem Felde.

Bei der Gährung oder Fäulniß organischer Körper entwickeln sich stets gasförmige Stoffe, von denen das an Kohlensäure gebundene Ammoniak, der von mir entwickelten Theorie des Düngers zufolge, der hier vorzugsweise in Beachtung zu ziehende Körper ist. Das sich verflüchtigende Ammoniak, welches schon durch den Geruch deutlich wahrgenommen wird, muß die Menge der wirksamen Bestandtheile des zurückbleibenden Düngers vermindern, wie auch durch einen direkten Versuch nachgewiesen worden ist, indem Davy den Dünger in einer Retorte faulen ließ, deren Hals unter die Wurzeln einer Grasparzelle geführt wurde; hier sah er nach kurzer Zeit die Pflanzen, welche den aus der Retorte entweichenden Dünsten ausgesetzt waren, weit üppiger sich entfalten, als die unter den gewöhnlichen Verhältnissen wachsenden. Es kann nun allerdings die Verbreitung des bei der Verwesung des Düngers freiwerdenden Ammoniaks in der umgebenden Atmosphäre durch eine zweckmäßige Behandlung des Düngers verhindert werden; dieses ist aber auf das Vollständigste nur möglich, entweder dadurch, daß man jede Düngerlage mit einer ziemlich beträchtlichen Schicht einer humosen Erde, welche stets feucht erhalten wird, bedeckt oder auch durch Ueberstreuen des Düngers mit solchen chemischen Stoffen, die gegen das Ammoniak eine bindende Kraft besitzen. Das erstere Verfahren ist praktisch im Großen und bei der Bereitung eines förmlichen Compostes anzuwenden und wird namentlich in England häufig wirklich befolgt. Das zweite Mittel hat weder in England noch in Deutsch-

land, noch anderswo bisher in größerer Ausdehnung Eingang finden könne. Bei der in Deutschland durchweg üblichen Behandlungsweise des Düngers, sei es im Stalle oder auf der Düngerstätte, ist selbst bei der größten Sorgfalt und Vorsicht die Verflüchtigung des Ammoniaks nicht vollständig zu verhindern und dieser Verlust an pflanzenernährender Substanz, da er fortwährend in jedem Zeitmomente stattfindet, muß um so größer sein, je länger man den Dünger liegen läßt, je mehr man ihn vor seiner Anwendung der Fäulniß und Verwesung ausgesetzt hat. Aber auch wenn man durch Beimischung von humoser Erde oder durch chemische Mittel die Entweichung ammoniakalischer Dünste völlig zu vermeiden im Stande ist, so wird dennoch in dem Prozeß der Verwesung des Düngers die Ursache einer Verminderung des Werthes dieser Substanz zu suchen sein, nicht in Folge des Verlustes einer wesentlichen direkt pflanzenernährenden Substanz, sondern weil dadurch *Wärme* und *Auflockerung* dem Boden entzogen werden, zweierlei Bedingungen, deren Gegenwart für das freudige Gedeihen der Pflanzen oft einen hohen Werth hat.

Aus den so eben angedeuteten Gründen scheint das *Verfahren das richtigste zu sein, nach welchem der Dünger in möglichst frischem, unverwestem Zustande auf den Acker gebracht wird.* Die Behauptung einiger Landwirthe, daß der frische Dünger der Vegetation schädlich sei und zu beizend wirke, bedarf wohl gegenwärtig keiner Widerlegung mehr. Freilich kann die *frische Jauche*, wenn sie im Uebermaß oder in zu concentrirten Zustande angewendet wird, einen nachtheiligen Einfluß äußern; jedoch kommt diese Eigenschaft nicht der frischen Jauche allein zu, sondern dasselbe läßt sich auch von der gefaulten Jauche, wie von allen stickstoffhaltigen, leicht auflöslichen Düngerarten behaupten. Es wird gerade der sehr verweste Dünger leichter nachtheilig wirken, als der frische, weil jener stets eine größere oder geringere Menge von saurem, im Wasser auflöslichen Humus enthält, welcher dem Wachsthum der Kulturpflanzen nachtheilig ist, jedoch unter den gewöhnlichen Verhältnissen nicht schädlich wird, weil er in zu geringer Quantität vorhanden ist und unter dem Zutritt der atmosphärischen Luft sehr bald in die unlösliche Modification des Humus sich umändert. Auch direkte von *Gazzeri* ausgeführte Versuche haben die Unschädlichkeit, selbst beträchtlicher Quantitäten frischer Excremente bewiesen; so wurde das Wachsthum der Halmfrüchte weder bei Anwendung von frischem Taubenmist gehemmt, noch durch Pferdemist, welcher gleich nach der Ausleerung dem Volumen nach mit vier Theilen Erde gemischt und der Ackerkrume zugeführt wurde. Eher könnte man noch gegen die Anwendung des frischen Düngers den Einwurf machen, daß mit demselben Insekten, deren Eier und Larven, und ganz besonders die *Samen zahlreicher Unkräuter* in den Boden

gebracht werden, deren Keimfähigkeit dagegen in dem gegohrnen Dünger zerstört worden ist; allein auch dieser Einwurf wird für den intelligenten Praktiker kein großes Gewicht haben, denn dieser weiß die Unkräuter durch die mechanische Bearbeitung des Ackers, wie durch die Verwendung des Düngers für gewisse Früchte zu vertilgen. Ferner ist die Befürchtung, daß durch die strohige Beschaffenheit des Düngers das Unterbringen desselben erschwert werde, allerdings gerechtfertigt, jedoch gewiß die hieraus entspringende Unbequemlichkeit so unbedeutend, daß die mit der Anwendung eines frischen Düngers verbundenen Vortheile bei Weitem überwiegen. Endlich darf nicht unerwähnt bleiben, daß die gleichmäßige Vertheilung des Düngers über die Ackerfläche, welche so sehr die Wirksamkeit des Düngers fördert, leichter bei dem klaren, völlig durchgefaulten Miste sich bewerkstelligen läßt, als bei Anwendung des frischen; in der That bietet nicht selten ein im frischen Dünger stehendes Getreidefeld durch den unregelmäßigen Stand der Pflanzen einen unangenehmen Anblick dar. Diese Unregelmäßigkeit in der Vertheilung läßt sich aber durch sorgfältige Auf- und Unterbringung des Düngers großentheils wenigstens vermeiden, und dieselbe wird namentlich da gänzlich aufhören, einen sichtbar nachtheiligen Einfluß auszuüben, wo in erster Nutzung nicht eine Getreideart, sondern eine Hack- oder Blattfrucht angebaut wird, wie solches nach der Einführung eines zweckmäßigen Fruchtwechsels gewöhnlich zu geschehen pflegt.

Trotz der Vortheile, welche die Anwendung des Düngers im frischen Zustande dem Landmann gewährt, können doch Umstände und Verhältnisse eintreten und vorhanden sein, welche die Anwendung eines mehr oder weniger vergohrenen Düngers auch von Seiten der Theorie empfehlenswerth erscheinen lassen und diese äußeren Umstände sind bedingt durch die Lage des zu düngenden Feldes und namentlich durch die Beschaffenheit des Bodens.

Die Lage des Ackers hat insofern auf die Wahl eines mehr oder weniger verfaulten Düngers Einfluß, als die Entfernung der zu düngenden Fläche von dem Hofe oder dem Orte der Düngererzeugung die Transportkosten außerordentlich vermehren können und aus diesem Grunde das geringere Volumen und Gewicht eines stark verfaulten, aber intensiv kräftigeren Düngers den Ausschlag giebt, wenn auch durch den Gährungsprozeß ein Verlust im absoluten Düngerwerthe der ganzen Masse bewirkt wird. Es ist also zu untersuchen, ob dieser Verlust durch die geringeren Transportkosten aufgewogen werde, und mit welchem Verfahren überhaupt der größte pecuniäre Vortheil verbunden sei. Man kann durch die fortschreitende Gährung das Volumen des Düngers um ein Drittel, die Hälfte, ja um zwei Drittel nach

Belieben vermindern; in einem Versuche verloren die Excremente des Pferdes bei einer viermonatlichen Gährung mehr als die Hälfte vom Gewichte der trocknen Substanz, welche sie im frischen Zustande enthielten. Da man nun durch ein zweckmäßiges Verfahren die Entweichung des wichtigsten Bestandtheiles, des chemisch gebundenen Stickstoffes oder des sich bildenden Ammoniaks ziemlich vollständig verhindern kann, so ist natürlich die Ersparniß an Transport- und Arbeitskosten reiner Gewinn, in dem Falle wenigstens, wenn die durch die Zersetzung des Düngers freiwerdende Wärme und außerdem die durch das größere Volumen und die ganze Beschaffenheit des frischen Düngers im Boden bewirkte Auflockerung und die eben dadurch bewirkte Vermehrung des Humusgehaltes und der wasserhaltenden Kraft nicht weiter in Anschlag zu bringen sind. Der verrottete Dünger nähert sich in chemischer wie in physikalischer Hinsicht dem Zustande der Poudrette oder des Guano; nur sind bei der Leitung des Gährungsprozesses im Dünger alle die Vorsichtsmaßregeln zu beobachten und die Mittel zur Verhinderung des Verlustes an wesentlichen Stoffen anzuwenden, welche früher beschrieben wurden. Es ist immer als Grundsatz festzuhalten, daß bei nachlässiger Behandlung und Bearbeitung des Düngers oder bei Mangel an der hierzu nöthigen Intelligenz der Dünger im möglichst frischen Zustande stets und unter allen Verhältnissen den Vorzug verdient vor einem völlig verfaulten Miste, aus welchem mit den unwesentlichen auch die wesentlichen Bestandtheile entwichen sind und in dem mit der Verminderung des Gewichtes und Volumens in gleichem Grade auch eine Verringerung der pflanzenernährenden Kraft eingetreten ist.

Ein intelligenter Landwirth wird aber auch, wie ich glaube, unter gewissen Boden- und klimatischen Verhältnissen dem verrotteten Dünger vor dem frischen den Vorzug geben können, ja es läßt sich behaupten, daß bei einer hohen Kulturstufe des Bodens der verrottete Dünger den Vorzug wirklich verdient, welchen er auch in den Ländern, die durch intensiven Betrieb der Landwirthschaft sich auszeichnen, nicht selten findet. Ich spreche hier nicht von der Verwendung des Düngers auf den Wiesen, wo ein völlig ausgegohrner, klarer und leicht auflöslicher Dünger oder ein zweckmäßig bereiteter Compostdünger in der Regel dem frischen Dünger vorgezogen werden muß; die hier mitgetheilten Bemerkungen beziehen sich allein auf die Düngung des unter dem Pfluge befindlichen Landes. Wenn der Boden einen der Vegetation besonders zusagenden milden und mürben Zustand besitzt, besonders wenn er durch sorgfältige mechanische Bearbeitung in diesem Zustande erhalten wird, wenn er außerdem schon durch die Beimischung einer bedeutenden Menge von Humus locker ist, eine große wasserhaltende Kraft und in der Ackerkrume

eine beträchtliche Tiefe besitzt, wenn mit einem Worte die chemische Zusammensetzung und die physikalische Beschaffenheit von solcher Art ist, daß der Boden beinahe den höchsten Zustand relativer Fruchtbarkeit erreicht hat, die äußerste Gränze in dem Verhalten zwischen Auflockerung und Bindigkeit, über welche hinaus, selbst bei Zuführung von hinreichender Nahrung, die Erträge wiederum sich vermindern, — in diesem Falle ist die Vermehrung des Humusgehaltes zu vermeiden, unter solchen Verhältnissen ist ein vollständig ausgegohrner (natürlich nicht ausgebrannter) Dünger, welcher reich ist an Ammoniak oder chemisch gebundenem Stickstoff, aber möglichst arm dagegen an Kohlenstoff oder humusbildender Substanz, also dem Guano ähnlich sich verhält, dem frischen oder nur wenig gefaulten Dünger vorzuziehen. Ein humusreicher Lehm-, Kalk- und Sandboden kann in höherem oder geringerem Maße die angedeutete Beschaffenheit haben; dahingegen wird ein sehr bindiger und zäher Thonboden ebenso wenig, wie ein leichter humusarmer Sand- oder Kalkboden die Anwendung einer sehr mürben, leicht auflöslichen Düngmasse gestatten. Der zähe Thonboden kann das mit dem frischen, nur wenig vergohrnen Dünger ihm zugeführte größere Volumen nicht ohne großen Schaden für den Producenten entbehren, denn in Folge der dadurch vermehrten Humussubstanz erhält der Boden eine in diesem Falle überaus wünschenswerthe größere Auflockerung, gegen das Wasser und die sich ausbreitenden feinen Wurzelfasern der Pflanzen eine mehr durchlassende Beschaffenheit, damit aber im innigen Zusammenhange stehend eine größere Thätigkeit und Fruchtbarkeit überhaupt, welche noch durch die während der Fäulniß der organischen Substanzen entwickelte Wärme in dem an sich kalten Boden vermehrt wird; ein solcher Boden würde bei alleiniger Anwendung von humusarmen Düngmitteln, wie Guano, Knochenmehl, Rapsmehl, Jauche rc. bald keine lohnenden Erträge mehr liefern, es wäre Thorheit, diesem Boden einen ausgegohrnen Dünger zuzuführen, wenn derselbe im frischen, unzersetzten Zustande zu Gebote steht. In einem sehr kiesigen Sandboden wirkt oft ein frischer Dünger wenig günstig zur Förderung der Vegetation, weil unter solchen Verhältnissen eine weitere Auflockerung des Bodens sorgfältig vermieden werden muß; in den von Christiani veröffentlichen Versuchen wurden die Erträge eines derartigen Bodens durch Aufbringung von 36 Fudern eines strohigen Düngers in 7 Jahren von 3833 bis auf 4273, also im Ganzen nur um 440 Pfd. Roggenwerth erhöht.

Das Klima eines Landstriches steht zu der größeren oder geringeren Fruchtbarkeit der in demselben vorkommenden Bodenarten in dem innigsten Zusammenhange. Bodenarten, welche in einem trocknen, heißen Klima fast gänzlich unfruchtbar sind, können unter dem Einfluß einer feuchteren und

kälteren Luft gerade die größte Fruchtbarkeit besitzen, d. h. die für die Bearbeitung und Düngung aufgewandten Kosten durch ihre Erträge am meisten verwerthen, und ebenso sind Beispiele anzuführen von einem umgekehrten Verhalten. Da nun das Klima von so großer Bedeutung ist für die Gestaltung des Zustandes im Boden, den man fruchtbar und unfruchtbar, kalt und warm, thätig und unthätig, trocken und naß rc. nennt, so ist es natürlich, daß die klimatischen Verhältnisse auch bei der Lösung der hier in Rede stehenden Frage, ob nämlich der Dünger im gegohrnen oder ungegohrnen Zustande anzuwenden sei, Beachtung verdienen. So wird unter einem feuchten Klima in einem an sich leichten und hitzigen Boden selbst ein frischer strohiger Dünger noch mit Vortheil sich verwenden lassen, während dessen Anwendung in demselben Boden unter einem trockneren Himmel nicht mehr rationell wäre; in einem feuchteren und kälteren Klima kann oft auch der Sandboden ohne Gefahr noch eine weitere Auflockerung erleiden, da die schnelle Zersetzung des Düngers durch das Klima gehindert und überhaupt die Thätigkeit des Bodens eine geringere ist, als in wärmeren Gegenden. Mit noch größerem Vortheil aber wird man unter solchen Verhältnissen für die bindigen Bodenarten den frischen Stalldünger verwenden, weil die dadurch bedingte Erhöhung von Wärme, Lockerung und Thätigkeit des Bodens sehr günstig auf das Wachsthum aller Kulturpflanzen einwirkt. In rauher gebirgiger oder nördlicher Lage wird daher, wie es scheint, unter allen Umständen der frische Dünger dem älteren vorzuziehen sein, um so mehr, da aus dem ersteren durch Auswaschen nicht so viele werthvolle Bestandtheile entfernt werden können, wie aus dem letzteren.

Eine andere Frage, welche hier eine kurze Erörterung verdient, betrifft die **Zeit des Aufbringens des Düngers** und die **Art seiner Behandlung auf dem Felde**. Es herrschen in dieser Hinsicht in der landwirthschaftlichen Praxis der verschiedenen Länder mehrfach von einander abweichende Gewohnheiten, welche zuweilen in den klimatischen Verhältnissen des betreffenden Landes begründet sind. In Gegenden, welche durch Trockenheit der Winter- und Frühlingsmonate sich auszeichnen, sowie in solchen, welche mehr einer gleichförmig niedrigen Temperatur, als einem steten Wechsel von Frost und Thau ausgesetzt zu sein pflegen, kann nicht selten ein Verfahren entschuldigt oder doch ohne beträchtlichen Nachtheil befolgt werden, welches in Ländern, wo andere klimatische Verhältnisse herrschen, getadelt zu werden verdient. So kann z. B. in Landstrichen, wo in den ersten Monaten des Jahres nur wenig Regen oder Schnee zu fallen pflegt, der Dünger schon während des Winters, mehrere Monate lang vor seiner Unterbringung aufs Feld gefahren und hier in kleinen Haufen abgesetzt und besser sofort, möglichst gleich-

förmig, selbst über den etwa vorhandenen Schnee hin ausgebreitet werden; ein Verfahren, welches dagegen in Ländern, welche während derselben Jahreszeit und im Frühlinge an großer Nässe leiden, nicht ohne merklichen Nachtheil befolgt werden dürfte, da hier sehr leicht eine Auslaugung des Düngers stattfinden und die gebildete Auflösung zum großen Theile mit der nicht von der Ackerkrume aufgenommenen Feuchtigkeit von dem Felde abfließen würde. Das längere Liegen des Düngers auf der Oberfläche des Ackers während des Winters wird um so nachtheiliger für den Landwirth sein, wenn der Boden schon früher mit Feuchtigkeit gesättigt war und ganz besonders, wenn er eine seichte, thonige, undurchlassende Ackerkrume hat, welche die Aufnahme einer größeren Menge Wasser nicht gestattet. Wenn eine plötzlich durch eingetretenes Thau- und Regenwetter entstandene große Wassermenge auf den bereits über die ganze zu düngende Fläche ausgebreiteten Dünger einwirkt, so wird die Auslaugung desselben nicht so bedeutend sein, als wenn der letztere in einzelnen *kleinen Haufen* zerstreut auf dem Acker liegt; denn erstlich befördern diese Haufen eine fortdauernde Gährung im Innern derselben, indem sie oft nicht durch und durch gefrieren und aus einer sehr zersetzten Düngmasse vermag das Wasser mehr werthvolle Stoffe auszuziehen, als aus einem noch wenig gefaulten Miste, und dann ist auch begreiflicher Weise die längere oder kürzere Einwirkung von Wasser auf solche Häufchen nicht wohl zu vereinigen mit einer *gleichmäßigen Vertheilung der ganzen Düngmasse* über eine bestimmte Fläche Landes, weil hier ein bedeutender Theil der besonders kräftig wirkenden auflöslichen Düngstoffe nur an der Stelle in den Boden sich einzieht, wo der Haufen liegt, und also hier Geilstellen erzeugen muß, während der ausgelaugte Dünger im geringeren Grade die übrigen Theile des Feldes mit Pflanzennahrung versehen kann. In wärmeren Ländern straft sich das *Liegenbleiben des Düngers auf dem Acker* im höheren Grade, als in kälteren, denn es begreift sich leicht, daß unter dem Einfluß einer höheren Temperatur der Dünger, wenn er dem völlig freien Zutritt der atmosphärischen Luft ausgesetzt ist, schnell verwesen und ein Theil des Ammoniaks in Gasform aus demselben entweichen muß. Aber selbst in einem wärmeren Landstrich, wie z. B. im Elsaß, pflegt man auch häufig den Dünger im Winter mehrere Monate lang auf dem Felde ausgebreitet liegen zu lassen, ohne daß man einen merklichen Verlust an der Güte desselben beobachtet hätte. Zur Erklärung dieser Sitte sei bemerkt, daß hier während dieser Jahreszeit nur wenig Regen oder Schnee zu fallen pflegt, denn von 68 Centimetern, welche die Menge des jährlich zu Straßburg fallenden Regens bezeichnen, kommen nur 11 Centimeter auf die Monate December, Januar und Februar.

Unter den meisten Verhältnissen ist der über den Acker ausgebreitete Dünger, namentlich in der wärmeren Jahreszeit sofort unterzuackern und nur in einzelnen Fällen, welche unten angedeutet sind, wird ein Ueberdüngen der jungen Saaten mit Stallmist und sogar das Liegenbleiben des Düngers auf der Oberfläche des unbesäeten Ackers Vortheil bringen und daher auch Empfehlung verdienen. Stöckhardt und Hellriegel fanden in direkten Versuchen, daß die Verflüchtigung von Ammoniak aus dem Dünger, wenn er ausgebreitet auf dem Felde längere Zeit, selbst Monate lang liegen bleibt, nur eine unbedeutende ist, nämlich auf $^1/_{130}$ bis $^1/_{300}$ des Gesammt-Stickstoffgehaltes sich beschränkt. Man kann als Fälle, in welchen eine Ueberdüngung mit Stallmist empfehlenswerth ist, die folgenden bezeichnen:

1. Wo der anzuwendende Dünger nur für eine einzige Frucht bestimmt ist oder doch vorzügsweise schon im ersten Jahre seine Wirkung äußern soll, wird die Ueberdüngung vortheilhaft sein. Unter dem Einfluß der Luft und einer mäßig feuchten Witterung findet nämlich eine weit schnellere Zersetzung, Verwesung des Düngers statt, als wenn derselbe kurz vor der Saat untergeackert wird. Eine auffallende Bestätigung dieser ziemlich allgemein beobachteten Erscheinung gewähren Versuche, welche 1853 und 1854 in Möckern ausgeführt worden:

Art der Düngung.	Stärke pr. Hectare.	Erträge pr. Hectare. 1853. Weizen. Körner.	Stroh ꝛc.	1854. Kartoffeln
1. Ueberdüngung mit Stallmist	89250 Kil.	4144 Kil.	10295 Kil.	8500 Kil.
2. Gewöhnliche Düngung .	25500 „	2015 „	5283 „	13547 „
3. Peruanischer Guano . .	387 „	2159 „	7095 „	12804 „
4. Knochenmehl	821 „	1737 „	6070 „	16735 „
5. Ungedüngt	— „	1674 „	5653 „	10955 „

Man sieht, daß der Stallmist als Ueberdüngung gleich im ersten Jahre seine ganze Thätigkeit entwickelt hat; im zweiten Jahre ist ungeachtet der überaus starken vorjährigen Düngung auf dem betreffenden Felde sogar weniger geerntet worden als in dem ungedüngten Lande, während der sofort untergeackerte Stallmist ebenso wie das Knochenmehl erst im zweiten Jahre eine deutliche Wirkung äußerte.

2. Die Ueberdüngung der jungen Saaten mit Stallmist ist ferner dem Unterackern desselben unmittelbar vor der Saat vorzuziehen. Am günstigsten wirkt der Dünger, wenn er längere Zeit vor der Saat untergeackert wird, zu den Sommerfrüchten vor Winter, zu dem Wintergetreide 4 bis 8 Wochen bevor gesäet wird; in diesem Falle kann bei der mehrmaligen und tiefen Bearbeitung des Bodens eine innige Mischung desselben mit dem Dünger erfol-

gen und der letztere kann schon lösliche Nahrungsstoffe abgeben, wenn die jungen Pflanzen sich zu entwickeln anfangen. Dagegen kommt der Dünger, welcher unmittelbar zur Saat untergepflügt wird, erst der zweiten Frucht zu Gute, wenn er nicht in einem schon sehr verrotteten Zustande sich befand.

3. In einem rauheren Klima kann eine Ueberdüngung dem Wintergetreide und namentlich auch den Wiesen Schutz vor dem Froste gewähren und aus diesem Grunde sehr günstig auf die Vegetation einwirken.

4. In einem sehr porösen, lehmig sandigen Boden, welcher leicht austrocknet, wird nach der Ueberdüngung mit Stallmist die Winterfeuchtigkeit viel länger zurückgehalten, dadurch die Verwitterung und Verwesung der Bodenbestandtheile sehr befördert und die Absorption atmosphärischer Nahrungsstoffe erhöht. Unter solchen Bodenverhältnissen kann daher die Ueberdüngung nicht selten Vortheil gewähren.

5. Wenn ferner eine Vertiefung der Ackerkrume im Herbste stattgefunden hat und also die Schichten des Untergrundes dem befruchtenden Einfluß der Atmosphäre ausgesetzt werden müssen, so wird auch hier eine Ueberdüngung des frisch umgebrochenen Ackers am Platze sein, indem dadurch das Zerfallen und Verwittern des Bodens erleichtert und beschleunigt wird, auch eine schnellere Vermischung des rohen Bodens mit löslichen pflanzenernährenden Stoffen bewirkt wird.

Die Ueberdüngung der jungen Saaten mit Stallmist oder das längere Liegenlassen desselben auf der Oberfläche des frisch umgebrochenen Ackers ist dagegen nicht räthlich, wenn Gelegenheit gegeben ist, längere Zeit vor der Saat den Dünger unterzuackern, ferner wenn der Boden eine zähe nasse Beschaffenheit hat und also im Frühjahr nur schwierig austrocknet und namentlich auch dann, wenn das Feld eine sehr abschüssige Lage hat, so daß leicht ein Auslaugen des Düngers durch das oberflächlich ablaufende Wasser stattfinden kann.

Ich habe mich tadelnd ausgesprochen über das längere Liegenbleiben des Düngers auf dem Felde in kleinen Haufen; was zur Begründung dieser Ansicht mitgetheilt wurde, muß auch hinsichtlich des Verfahrens gelten, auf dem Acker einen einzigen großen Düngerhaufen aufzubauen, zu welchem der Dünger zu verschiedenen Zeiten des Jahres zusammengebracht wird, je nachdem Zeit und Umstände dies gestatten, und in welchem derselbe dann manchmal Jahre lang der Luft und dem Wetter ausgesetzt bleibt, bis er in der Nähe seine Verwendung findet. Es ist natürlich, daß ein so unvernünftiger Gebrauch, durch welchen ein sehr großer Theil der wirksamen Stoffe durch Auslaugung und Ausbrennen (von Innen heraus in Folge der bis ins Extrem fortschreitenden Gährung, von Außen her durch Einwirkung der Sonnenhitze)

verloren geht, nur unter einzelnen seltenen Verhältnissen der herrschende in kann, nämlich da, wo man wegen (vermeintlichen) Ueberflusses an düngenden Substanzen den Werth des Düngers nicht zu schätzen weiß und wo man bei dem üblichen Verfahren bereits die höchste Stufe der Kultur und des Ertrages erreicht zu haben glaubt, z. B. in der Nähe von Städten, wo der Landwirth nicht selten für die Fortschaffung des Mistes noch bezahlt wird, oder wo die Viehzucht in großer Ausdehnung betrieben wird, der größte Theil der Felder mit Futterkräutern bestellt wird und außerdem die Wiesen einen hohen Grad von natürlicher Fruchtbarkeit besitzen und wo endlich der Ackerbau durch ein mildes feuchtes Klima und durch vortreffliche Bodenverhältnisse unterstützt ist, so daß etwaige Nachlässigkeiten im Betriebe ungestraft oder doch ohne ich auffallenden Nachtheil für den Producenten vorübergehen. Dennoch würde auch hier ein besseres Zusammenhalten und eine bessere Behandlung des Düngers oft zur Erhöhung der Erträge beitragen und auch hier würde der Landwirth zu seinem eigenen Vortheile wohl thun, Belehrung anzunehmen von seinem weniger vom Schicksale begünstigten Fachgenossen, welcher unter einem ungünstigeren Klima lebend, mit schlechteren Bodenverhältnissen kämpfend, dennoch seinem Acker nicht selten größere Erträge abzugewinnen weiß, weil er mit großer Sorgfalt den Dünger auf solche Weise behandelt und verwendet, daß kaum eine Spur desselben ihrer Bestimmung, nämlich zur Ernährung einer bestimmten Pflanze beizutragen, sich entziehen kann.

Die Aufhäufung und Ansammlung des Düngers auf dem Felde kann nur in einem Falle Empfehlung verdienen, nämlich dann, wenn der Dünger mit Rasenerde und anderen Substanzen zu einem Composte verarbeitet wird. Ein solches Verfahren wird in England sehr häufig befolgt; es kann auch bei uns nachgeahmt werden, wenn man zu bestimmten Zeiten den Dünger vom Hofe oder aus dem Stalle zu entfernen wünscht, oder wenn man einen Dünger sich verschaffen will, der besonders geeignet ist zur Ueberdüngung der Wiesen, der Futterkräuter oder anderer Früchte, die einer Nachhülfe bedürfen. Niemals aber wird ein sorgsamer Landwirth den Dünger im unvermischten Zustande auf dem freien Felde der Einwirkung von Luft, Hitze und Winden preisgeben.

E. Beschaffenheit und Menge des von verschiedenen Thieren und unter dem Einfluß verschiedener Futterstoffe erzeugten Düngers.

Die Ausleerungen der verschiedenen landwirthschaftlichen Nutzthiere besitzen sowohl in mechanischer wie in chemischer Hinsicht eine verschiedene Beschaffenheit und zeigen in Folge derselben ein abweichendes Verhalten im Verlaufe des Gährungsprozesses. Der Pferdedünger ist schon im frischen

Zustande durch einen geringeren Gehalt an Feuchtigkeit vor dem Rindvieh- und Schweinedünger ausgezeichnet; Boussingault fand in demselben 76,2 Prc. Wasser, während der Stickstoffgehalt 0,65 und im getrockneten Zustande 2,7 Prc. betrug. Die Feuchtigkeit ist ferner in dem Pferdedünger wegen der aufgelockerten und wenig zusammenhängenden Masse desselben einer schnellen Verdunstung ausgesetzt, so daß sehr bald nach dem Anfange der Gährung der Gehalt bis auf 60 oder 65 Prc. vermindert zu sein pflegt. Da nun diese schnelle Verflüchtigung des Wassers eine noch größere Porosität bewirkt und der atmosphärischen Luft einen leichteren Zugang verschafft, so findet in Folge dieses Umstandes sehr leicht ein Verlust an schnell sich bildendem Ammoniak statt, welches alle die Vorsichtsmaßregeln nöthig macht, die in einem früheren Kapitel beschrieben worden sind; denn die leicht zerreibliche, oft pulverförmige erdige Masse, welche nach der völligen Vollendung des Fäulnißprozesses zurückbleibt, hat eine nur wenig höhere Düngkraft als die Asche, welche man durch direktes Verbrennen des Pferdemistes erhalten hätte. Ein Cubikfuß des völlig frischen Düngers wiegt ungefähr 21 Kil., schon nach achttägiger Gährung wurde eine Gewichtsverminderung bei gleichem Volumen bis auf 16 Kil. beobachtet.

Dem Pferdemiste ist in chemischer wie in mechanischer Hinsicht der Schafmist am meisten ähnlich; Jörgensen fand im frischen Schafdünger (feste und flüssige Excremente zusammen) 67,2 Prc. Feuchtigkeit, an Stickstoff 0,92 Prc., im trocknen Dünger also 2,78 Prc. Da der Schafmist in der Regel längere Zeit in dem Stalle liegen bleibt, und deswegen von den Thieren sehr fest getreten wird, so kann auch keine sehr bedeutende Verdunstung der Feuchtigkeit stattfinden und man findet daher keinen geringeren Wassergehalt in dem älteren Schafmiste als in dem ganz frischen, wenn nämlich der erstere sofort aus dem Stalle der Untersuchung unterworfen wird; freilich hat auf diesen Gehalt, wie bei allen Düngerarten, die Beschaffenheit der dargereichten Futterstoffe, die Menge des aufgenommenen Wassers, die Temperatur der umgebenden Luft, sowie endlich die Menge des durch den Fäulnißprozeß erzeugten Wassers einen wesentlich modificirenden Einfluß. Ein Schafmist, der 3 bis 4 Monate lang im Spätsommer und Herbste bei einer durchschnittlichen mittleren Temperatur des Stalles von 12,3° R. sich angesammelt hatte, enthielt nach meiner Untersuchung in 7 verschiedenen Proben von 71,1 bis 64,5 Prc. Feuchtigkeit, je nach der Verschiedenheit der gereichten Futterstoffe, und auf den wasserfreien Zustand berechnet im Mittel 2,8 Prc. Stickstoff, also hinsichtlich dieser beiden Bestandtheile fast genau dieselben procentischen Verhältnisse, wie sie im völlig frischen Miste gefunden wurden. Hinsichtlich seines Verhaltens während des Gährungsprozesses steht der Schafmist in der Mitte

zwischen dem Pferde= und dem Rindviehdünger; mit dem ersteren hat er den geringeren Wasser=, den höheren Stickstoffgehalt gemein und in Folge dessen ein gleiches Bestreben zu einem schnellen Verlaufe des Gährungsprozesses, der jedoch wieder gehindert ist durch den festeren Zusammenhang der einzelnen Theilchen der festen Excremente des Schafes, sowie durch die gewöhnlich übliche Ansammlung im Stalle, indem auf diese Weise die Feuchtigkeit mehr zurückgehalten wird. Auf dem Acker ist bekanntlich die Wirkung des Schafdüngers rascher und energischer als die des Rindviehdüngers und er verhält sich in dieser Hinsicht dem Pferdedünger ganz analog. Das Gewicht eines Kubikfußes des Schafdüngers, welcher während 3 Monaten im Stalle angesammelt worden war, fand ich gleich 16 Kil.

Eine Kuh, welche mit Heu und mit rohen Kartoffeln gefüttert wurde, lieferte einen Dünger, welcher nach Boussingault 86,4 Prc. Wasser und 0,36 Prc. Stickstoff enthielt; auf den trocknen Zustand des Düngers berechnet war der Stickstoffgehalt also 2,6 Prc., mithin in diesem Zustande nicht viel geringer, als in dem Dünger des Pferdes und des Schafes. Bei längerem Liegen und zweckmäßiger Behandlung auf der Düngerstätte vermindert sich der Wassergehalt in der Regel nicht unbedeutend, so daß er zur Zeit der Anwendung gewöhnlich nur noch 75 bis 76 Prc. ausmacht. Der Rindviehdünger ist im Vergleich mit den vorher genannten Düngerarten kalt, d. h. die Zersetzung desselben findet langsam statt und er erhitzt sich während der letzteren nicht sehr stark; er wirkt auf dem Felde angewandt weniger energisch und schnell, aber um so mehr anhaltend als der Pferde= und Schafdünger, und zwar um so langsamer, in je frischerem Zustande er angewandt wird, je mehr Boden= und Witterungsverhältnisse seiner Verwesung hindernd entgegentreten. Der Rindviehdünger ist wegen seiner großen Feuchtigkeit verhältnißmäßig schwer, 1 Cubikfuß wiegt von 22 bis zu 25 Kil., er setzt sich dichter zusammen, als der Pferdedünger und ist besonders geneigt, feste Klumpen zu bilden, welche eine gleichmäßige Gährung in dem ganzen Düngerhaufen hindern und auf den Acker ausgestreut manchmal noch nach Jahren als feste kohlige Massen zu erkennen sind. In dem unteren Theile der Düngerstätten sammelt sich zuweilen, bei Mangel an der nöthigen Vorsicht, eine besonders große Quantität von stehender Flüssigkeit an, welche hier zu einer kalten Fäulniß die Veranlassung gibt, wodurch eine speckige, saure, torfähnliche und ekelhaft riechende Masse erzeugt wird, welche einen nur geringen Düngerwerth besitzt, und sogar oft auf das Wachsthum der Kulturpflanzen, namentlich in deren Jugend, nachtheilig wirkt. Eine solche braunschwarze speckige Masse, welche bei einer lange Zeit fortgesetzten Fäulniß sich gebildet hatte, enthielt nach Boussingault die folgenden Bestandtheile:

Wasser	72,20 Prc.
Auflösliche organische Substanz und lösliche Mineralsalze	1,50 „
Unlösliche Mineralstoffe	10,27 „
Stroh, in Torf umgewandelt	12,40 „
Fein zertheilte torfähnliche Masse	3,63 „
	100,00

Die gute Beschaffenheit des auf der Mistslätte angesammelten Rindviehdüngers erkennt man nach Boussingault an folgenden Eigenschaften: Wenn man eine Grube, in welcher die Verwesung vor sich ging, ausleert, so bemerkt man, daß die obere Lage noch fast in dem Zustande sich befindet, in welchem sie aufgebracht wurde; die unmittelbar darunter befindliche Schicht ist mehr verändert und entwickelt zuweilen einen schwachen Ammoniakgeruch; in den untersten Schichten ist die Zersetzung vollständig, das Stroh von der Streu hat seinen Zusammenhang verloren, es ist faserig und läßt sich sehr leicht zerreiben und der Mist hat eine um so dunklere Farbe, in je größerer Tiefe er in der Grube lagerte. Auf dem Grunde der Grube ist er ganz schwarz und der Geruch, welchen er verbreitet, ist der des Schwefelwasserstoffgases; man erkennt darin Schwefeleisen und ohne Zweifel sind diese Verbindungen des Schwefels Folge der Zersetzung, welche die schwefelsauren Salze durch den Einfluß der faulenden organischen Materien erlitten haben. Die Gegenwart von Schwefelmetallen und Schwefelwasserstoffammoniak hat nichts die Vegetation Störendes, denn kaum ist der Dünger auf dem Boden ausgebreitet, so verwandeln sich diese Produkte in schwefelsaure Salze und bald entwickelt sich der ihm eigenthümliche Geruch nach Moschus. Gewiß muß der Zustand eines solchen Düngers den Verhältnissen zugeschrieben werden, denen er ausgesetzt war und welche man während der ganzen Zeit seiner Veränderung unterhielt; die Zersetzung dieser Stoffe würde eine ganz andere gewesen sein, wenn man sie dem ungehinderten Zutritt der Luft überlassen hätte. Um sich hiervon zu überzeugen, braucht man nur auf den deutlichen und reinen Ammoniakgeruch zu achten, der während des Sommers in den Pferde- und Viehställen sich entwickelt, wo der Harn der Thiere stehen bleibt und am Boden sich ausbreitet. Die hier angedeutete Beschaffenheit eines guten Düngers ist nur bei einer langsamen Gährung zu erlangen, wie sie unter der geeigneten Behandlung des Düngers auf der Miststätte verläuft; ganz anders aber sind die Erscheinungen, welche eine stürmische Gährung begleiten, die immer eintreten wird, wenn man nicht die geeigneten Maßregeln dagegen ergreift. Bei einer stürmischen Gährung tritt eine starke Erhöhung der Temperatur ein, es verflüchtigt sich der größte Theil des rasch sich bildenden kohlensauren Ammoniaks und es bleibt eine kohlige, ausgebrannte, gleichsam todte Masse zurück, welche eine nur geringe Düngkraft besitzt.

Der Schweinedünger wird gewöhnlich als der schlechteste, kälteste, am wenigsten wirksame angesehen; er ist es auch, wenn dem Thiere nur nothdürftig eine genügende Menge Futter gereicht wird und wenn dieses fast ausschließlich in flüssiger Form von dem Thiere aufgenommen wird, wodurch auch die Excremente eine sehr wässerige Beschaffenheit annehmen müssen. Das Schwein hat eine sehr starke Verdauungs- und Assimilationsfähigkeit, es wird daher in Folge derselben auch mehr aus den Nahrungsstoffen in dem Körper zurückgehalten, als bei anderen Thieren; sind nun die Nahrungsstoffe selbst von wenig kräftiger und intensiver Beschaffenheit, so wird man auch in den Excrementen keine große Düngkraft erwarten können. In England wird bei der Mastung wie auf die Quantität, so auch auf eine vorzügliche Qualität des erzeugten Fleisches ein großes Gewicht gelegt und dieses bei den Schweinen durch starke Fütterung mit Getreideschrot und Oelkuchen erreicht; hier stellt man auch den Schweinedünger im Werthe über den Rindviehdünger und selbst dem Pferde- und Schafdünger nahezu gleich. Auch hat man von der Wirksamkeit des Schweinedüngers durch direkte Versuche sich überzeugt. Wright machte Versuche mit den Düngerarten der verschiedenen Nutzthiere auf gleich großen Stücken Landes, von denen jedes mit 60 Körnern Gerste gedibbelt und mit Dünger versehen war in dem Verhältniß von 5 Tons pr. englischen Acker oder 12,300 Kil. pr. Hectare. Es wurden auf den einzelnen Stücken an ährentragenden Gerstenhalmen erzeugt:

Ungedüngt	159 Halme
Schafdünger	244 „
Schweinedünger	233 „
Pferdedünger	266 „
Kuhdünger	167 „

Christiani erzielte sogar unter dem Einfluß des Mistes von Mastschweinen reichlichere Ernteerträge als nach Anwendung eines gleichen Volumens irgend einer anderen Mistart; der Schweinemist producirte nämlich in 6 Jahren 12594 Pfd. Roggenwerth, der Pferdemist 12,190, der Mist von Masthammeln 11485 und der Kuhmist nur 10887 Pfd. Roggenwerth. Boussingault hat in den frischen Excrementen (feste und flüssige zusammen) eines Schweines, welches mit in Dampf gekochten Kartoffeln gefüttert worden war, 82,0 Prc. Wasser und 0,61 Prc. Stickstoff nachgewiesen, also an dem letzteren Bestandtheil in dem wasserfreien Dünger 3,4 Prc., so daß der Stickstoffgehalt im feuchten Zustande den des Rindviehdüngers übersteigt und den des Pferdedüngers beinahe erreicht, dagegen im getrockneten Zustande selbst beträchtlich höher ist als im Pferde- und dem Schafdünger. Von Bibra fand den Schweineurin sehr wässerig, nämlich 98,2 Prc. Feuchtigkeit, während im Urin des Pferdes nur 88,6, des Ochsen

91,2 und des Schafes 92,9 Prc. enthalten waren; in den festen Excrementen des Schweines waren nach Rogers 77,1 Prc. Wasser enthalten, in denen der Kuh 82,5, des Pferdes 77,3 und des Schafes nur 56,5 Prc.; die festen Excremente des Schweines verhielten sich also hinsichtlich des Wassergehaltes denen des Pferdes ganz gleich. Schwerz hat von den Excrementen des Schweines mehrere Jahre hindurch eine größere Wirkung auf dem Felde beobachtet als von einer gleichen Quantität Kuhdünger. In vorzugsweise hohem Grade sollen die Bestandtheile des Schweinedüngers zur Wirksamkeit kommen, wenn der letztere mit Pferdedünger zusammengeschichtet, eine Zeit lang der Gährung ausgesetzt und dann auf den Acker gebracht wird; er verliert auf diese Weise seine Neigung zu festen Klumpen zusammenzubacken und wird zu einer schnelleren Zersetzung bestimmt.

Für den Landwirth haben die Analysen der frischen Excremente des Viehes geringeres Interesse, da er es vorzugsweise mit solchem Dünger zu thun hat, der durch 2 bis 4 monatliches Liegen schon in einem mehr oder weniger vorgerückten Zustande der Zersetzung sich befindet und in diesem Zustande aufs Feld gefahren wird. Auch der auf der Miststätte angesammelte Hofdünger ist bereits mehrfach einer genauen Untersuchung unterworfen worden. Boussingault fand in einem Dünger, der von 30 Pferden, 30 Stück Rindvieh und 16 Schweinen producirt worden war und einen mittleren Zustand der Zersetzung erreicht hat, folgende Bestandtheile:

Organische Substanzen	14,03 Prc.
Mineralstoffe	6,67 „
Wasser	79,30 „
	100,00

In 1000 Theilen des trocknen, wie des feuchten Düngers waren ferner enthalten:

	Trocken.	Feucht.
Wasser	—	793,000
Kohlenstoff	358,000	74,000
Wasserstoff	42,000	9,000
Sauerstoff	258,000	53,000
Stickstoff	20,000	4,000
Kohlensäure	6,440	1,340
Phosphorsäure	9,660	2,010
Schwefelsäure	6,118	1,273
Chlor	1,932	0,402
Kieselerde, Sand, Thon	213,808	44,588
Kalkerde	27,692	5,762
Magnesia	11,592	2,412
Eisenoxyd, Thonerde	19,642	4,087
Kali und Natron	25,116	5,226
	1000,000	1000,000

Ein von Richardson untersuchter Hofdünger enthielt beträchtlich weniger Feuchtigkeit, dagegen eine etwas größere Menge Phosphorsäure; auf den trocknen Zustand berechnet, sind die Resultate der Analyse mit den von Boussingault gefundenen ziemlich übereinstimmend. Im feuchten Zustande enthielt dieser Hofdünger nämlich 64,96 Prc. Wasser, 24,71 organische Materie und 10,33 Prc. Mineralstoffe; bei 100° getrocknet ergab die Elementaranalyse:

Kohlenstoff	37,40 Prc.	Stickstoff	1,76 Prc.
Wasserstoff	5,27 „	Asche	30,05 „
Sauerstoff	25,52 „		

Die Asche bestand aus:

A. Der in Wasser lösliche Theil:

Kali	3,22 Prc.	Schwefelsäure	3,27 „
Natron	2,73 „	Chlor	3,15 „
Kalk	0,34 „	Kieselerde	0,04 „
Manganoxyd	0,26 „		

B. In Salzsäure lösliche und unlösliche Stoffe:

Kieselerde	27,01 Prc.	Kohlensaurer Kalk	9,34 „
Phosphorsaurer Kalk	7,11 „	Kohlensaure Magnesia	1,63 „
Phosphorsaure Magnesia	2,26 „	Sand	30,99 „
Phosphorsaures Eisenoxyd	4,68 „	Kohle	0,83 „
Phosphorsaures Mangan und Thonerde	Spur	Alkali und Verlust	3,14 „
			100,00

Soubeiran untersuchte einen in der Zersetzung schon weit vorgeschrittenen und sehr stickstoffreichen Dünger von Grignon bei Versailles:

	Prc.
Organische Stoffe	19,2
Alkalische Salze	0,7
Kohlensaure Erden	1,5
Schwefelsaurer Kalk	1,1
Phosphorsaures Magnesia-Ammoniak	1,1
Phosphorsaurer Kalk	0,4
Unlösliche erdige Stoffe	6,6
Wasser	69,4
	100,0

An Stickstoff wurde gefunden:

	Prc.
In Ammoniaksalzen	0,167
In phosphorsaurem Magnesia-Ammoniak	0,064
In organischen Stoffen	1,160
Gesammtmenge im feuchten Dünger	1,391
„ im trocknen „	4,54

Nach Hodges hatte ein in Irland producirter Stalldünger die folgende Zusammensetzung:

	Prc.		Prc.
Wasser	75,560	Schwefelsäure	0,027
Organische Substanz	23,520	Phosphorsäure	0,045
Kali	0,035	Kohlensäure	0,018
Natron	0,018	Kieselsäure	0,161
Chlornatrium	0,062	Sand	0,440
Kalk	0,052		100,010
Magnesia	0,027	Stickstoff im trocknen Dünger	1,21
Eisenoxyd	0,045		

Der niedrige Gehalt an mineralischen Bestandtheilen beweist, daß dieser Dünger zur Zeit der Untersuchung in einem noch sehr frischen Zustande sich befand. Von einem anderen halbfertigen Dünger hat Houzeau eine Analyse mitgetheilt. Dieser Dünger, welcher im Jardin des Plantes zu Paris angesammelt war und also von sehr verschiedenen Thieren herstammte, verbreitete einen starken Moschusgeruch, entwickelte aber während des Trocknens bei 120° kein Ammoniak, auch enthielt er weder phosphorsaures Magnesia-Ammoniak, noch irgend ein anderes Ammoniaksalz.

	Prc.		Prc.
Organische Stoffe	28,00	Alkalische Salze	0,27
Phosphorsäure	0,26	Sand und Thon	3,28
Kohlensäure	0,13	Wasser	66,80
Kalk	0,98		100,05
Magnesia	0,23	Stickstoff im trocknen Dünger	1,6
Eisenoxyd	0,10	" " feuchten "	0,53

Der Rindviehurin, welcher in Jauchenlöchern sich ansammelt und hier in der Regel durch Zutritt von größeren oder geringeren Mengen atmosphärischer Wasser oder von Grundwasser, wie auch durch Ausscheidung von ursprünglich aufgelösten Stoffen während des Gährungsprozesses eine Veränderung erleidet, hinterließ nach der völligen Vollendung des letzteren in dem Zustande, in welchem er gewöhnlich auf Acker oder Wiese angewandt wird, nach einer von Krutzsch ausgeführten Untersuchung 2,14 Prc. festen Rückstand, wenn die Probe vor dem Eindampfen mit etwas Salzsäure versetzt worden war, um die Verflüchtigung des Ammoniaks zu verhindern; war dieser Zusatz unterlassen worden, so betrug der Rückstand nur 1,62 Prc. vom Gewichte der ganzen Flüssigkeit. Wie sehr die Mengen der in der Jauche aufgelösten Stoffe variiren, beweist die Prüfung der zu einer anderen Zeit gesammelten Jauche, welche nach dem Zusatz von Salzsäure und Eindampfen im Wasserbade 3,75 Prc. Rückstand gab. In dem Rückstande der ersteren mit Salzsäure eingedampften Jauche wurden 12,38 Prc. Ammoniak, entsprechend 0,27 Prc. der ganzen Flüssigkeit, gefunden, dagegen in dem ohne

Anwendung der Salzsäure erhaltenen Rückstände nur 3,29 Prc. Ammoni[ak] oder 0,053 Prc. der ganzen Flüssigkeit, also über 5 Mal weniger. D[er] Rückstand der ohne Zusatz von Salzsäure eingedampften Jauche gab bei d[er] Verbrennung 53,55 Prc. Asche, welche in 100 Theilen folgende Stoffe en[t]hielt:

Kali	53,35 Prc.	Schwefelsäure	1,32 Prc.
Natron	0,97 „	Phosphorsäure	1,06 „
Chlornatrium	9,54 „	Kieselerde	2,03 „
Eisenoxyd und Thonerde . .	1,41 „	Kohlensäure	24,73 „
Kalk	2,29 „		99,96
Magnesia	3,26 „		

Die hier untersuchte Jauche war durch den Urin von Kühen gebild[et] worden, welche mit grünem Klee und Träbern, die letzteren mit Salzlösun[g] vermischt, gefüttert wurden. Bei kräftiger Winterfütterung ist die aus [den] Kuhställen ablaufende Jauche gewöhnlich concentrirter und es enthält dieselb[e] nach zahlreichen von mir angestellten Beobachtungen zwischen 4,5 bis 7,5, im Mittel 6,5 Prc. Trockensubstanz. Eine ganz andere Zusammensetzung und eine weit mehr wässerige Beschaffenheit zeigt gewöhnlich die in den Jauchenlöchern längere Zeit aufbewahrte Flüssigkeit und namentlich die Gülle, welche auf den Düngstätten von dem Dünger abläuft und in den betreffenden Gruben sich ansammelt.

Johnston theilt zwei Analysen mit, von denen die eine die Jauche betrifft, welche in der Grube nach einem starken Regenfalle zusammenfloß, die andere aber die Bestandtheile der Jauche angiebt, welche nach dem völligen Sättigen des Düngers mit Rindviehurin von dem Dünger ablief. In $4^2/_3$ Kil. oder $9^1/_2$ Pfd. waren enthalten:

	Durch Regen ausgewaschen.		Durch Kuhurin ausgewaschen.	
Ammoniak	0,619 Grm.	= 0,013 Prc.	1,374 Grm.	= 0,030 Prc.
Feste organische Substanz . .	12,955 „	= 0,278 „	5,066 „	= 0,109 „
Mineralstoffe oder Asche . .	17,342 „	= 0,372 „	33,445 „	= 0,718 „
	30,916 Grm.	= 0,663 Prc.	39,855 Grm.	= 0,857 Prc.

In 100 Theilen der Asche waren enthalten:

Alkalische Salze	77,0 Prc.	81,1 Prc.
Phosphorsaure Kalkerde und Talkerde, gefärbt durch ein wenig Eisenoxyd	9,5 „	8,6 „
Kohlensaurer Kalk	6,8 „	6,0 „
Kohlensaure Magnesia	1,7 „	0,7 „
Kieselerde und ein wenig Thonerde	5,0 „	3,6 „
	100,0	100,0

Aus den Ergebnissen dieser Analysen ersehen wir, daß die reine gefaulte Jauche ungleich mehr Ammoniak und Mineralsalze aufgelöst enthält, als wenn dieselbe von dem festen Dünger gleichsam filtrirt worden ist, es werden also aus der Jauche von dem faulenden Dünger feste aufgelöste Stoffe zurückgehalten; noch geringer ist die Menge der festen Substanz und des Ammoniaks, wenn anstatt der Jauche Regenwasser zum Uebergießen des Düngers angewandt worden ist. Dagegen sind die procentischen Verhältnisse unter den Aschenbestandtheilen des festen Rückstandes überall sehr übereinstimmend und es ergiebt sich, daß die Jauche stets eine bestimmbare Menge von phosphorsaurem Kalk und Kieselerde enthält, welche Stoffe in dem frischen Rindviehurin sich nicht vorfinden, sondern erst aus dem faulenden Dünger unter dem Einfluß des Ammoniaks und der aufgelösten organischen humusartigen Materie ausgezogen worden sind. Der faulende Dünger vermag also der Pflanze in jedem Augenblicke alle nöthigen Mineralstoffe in einem aufgelösten Zustande zu liefern und es hat die von diesem Dünger ablaufende Jauche oft einen relativ höheren Werth als Beförderungsmittel der Vegetation, als die frische Jauche, weil jene mehrere den Pflanzen unentbehrliche Nahrungsstoffe enthält, welche im Urin nicht zugegen sind.

Die überaus wechselnde Zusammensetzung des Rindviehurins und der Jauche ergiebt sich besonders deutlich aus der folgenden von Stöckhardt mitgetheilten Tabelle:

Nr. 1 — 2. Von Widobl in Böhmen, März 1845; Futter: Biertrĳber, Bohnen, Heu rc.
„ 3 — 9. Vom akademischen Folgengute bei Tharand; Futter: Rüben, Kleie, Heu rc.
„ 10. Aus der Schloßmühle in Tharand; März 1856.
„ 11. Von Neuhaldensleben, Januar 1856; Schlempefütterung.
„ 12—16. Von Rüdigsdorf, Oktober und November 1855; Futter: Rüben, Rapskuchen, Kleie, Heu rc. Der Dünger blieb vier Wochen lang im Stalle unter den Thieren liegen.
„ 17—18. Von Königssaal in Böhmen, April 1855; Futter: Rübenpreßling, Oelkuchen, Heu rc.

	Trockensubstanz.			Stickstoff.	
	Im Ganzen. Prc.	Organisches. Prc.	Unorganisches. Prc.	In 100 Th. Jauche.	In 100 Th. Trockensubstanz.
1. Urin von Mastochsen . . .	7,45	5,87	1,58	1,07	14,4
2. Desgl.	6,72	5,44	1,28	1,22	18,2
3. Morgenurin von Kühen (Febr. 1856)	5,96	—	—	0,383	6,4
4. Desgl., 1. März 1856 . .	3,66	1,78	1,88	0,265	7,3
5. Desgl., 4. März	4,25	2,01	2,24	0,260	6,1
6. Mittagsurin von Kühen, 3. März	2,27	0,99	1,28	0,170	7,3

	Trockensubstanz.			Stickstoff.	
	Im Ganzen.	Organisches.	Unorganisches.	In 100 Th. Jauche.	In 100 Th. [illegible]
	Prc.	Prc.	Prc.		
7. Jauche aus dem Behälter am Kuhstall, 3. März .	0,92	0,29	0,63	—	—
8. Jauche von der Miststätte abgesickert, 3. März . .	1,06	0,27	0,69	0,027	2,5
9. Jauche aus dem Behälter am Schweinestall, 3. März	0,57	—	—	0,023	3,9
10. Kuhjauche, ziemlich alt . .	0,96	0,61	0,35	0,069	8,6
11. Kuhjauche, zwei Tage alt .	1,18	—	—	9,138	11,7
12. Kuhurin, frischer	5,65	—	—	—	—
13. Jauche davon in der 1. Woche	2,9	1,7	1,2	0,23	7,9
14. Desgl. in der 2. Woche . .	3,6	2,3	1,3	0,26	7,2
15. „ „ „ 3. „ . .	4,0	2,5	1,5	0,25	6,2
16. „ „ „ 4. „ . .	4,1	2,7	1,4	0,27	6,6
17. Kuhurin	4,00	1,55	2,45	—	—
18. Desgl.	3,93	1,88	2,05	—	—

Während der frische Urin des Rindviehes je nach der verschiedenen der Fütterung zwischen 3 und 7,5 Prc. Trockensubstanz enthält, wurde der Jauche, auch wenn dieselbe in den gewöhnlichen Jauchenbehältern wenige Tage lang aufbewahrt worden war, oft nur 1 Prc. und selbst weniger Trockensubstanz gefunden. Die Ursache dieser so häufig beobachteten Verschlechterung der Jauche kann nicht in der Fäulniß oder theilweisen Verflüchtigung der ursprünglichen Bestandtheile gesucht werden; sie ist vielmehr nach Stöckhardt theils durch den Zutritt von Regenwasser, noch mehr aber durch die Beimischung von Grund- oder Stauwasser bedingt, welches letztere durch die feinsten Poren der Wände des Jauchenbehälters in das letztere eindringt, nach den Gesetzen der Diffusion und Endosmose mit der Jauche sich vermischt und die Verdünnung derselben, namentlich in den feuchten und kälteren Jahreszeiten, bewirkt. Um dieses Hineintreten des Grundwassers zu verhindern, müssen alle Poren und Risse in den Wänden des Jauchenbehälters sorgfältig verstopft werden, etwa durch einen Ueberzug von Theer oder Pech oder dadurch, daß man die Gruben mit wasserdichten Steinen oder mit gut in einander gefügten Bohlen von hartem Eichenholz oder harzreichem Kiefernholz auskleidet.

Es ist häufig versucht worden, die **Menge des Düngers** genau zu bestimmen, **welche von einem Thiere im ausgewachsenen Zustande jährlich producirt wird.** Wie sehr die in dieser Hinsicht mitgetheilten Zahlen, welchen nicht selten direkte Versuche zu Grunde liegen, von einander abweichen, mögen die folgenden Angaben zeigen:

Thaer giebt an, daß

Ein großer Ochse jährlich an Dünger erzeugt	6,431	Kil.
Ein Ochse von mittlerer Größe	5,359	„
Ein kleiner Ochse	4,197	„
Eine große Kuh	4,064	„
Eine Kuh mittlerer Größe	3,407	„
Eine kleine Kuh	2,668	„
Ein Pferd	6,804	„

Nach Hundershagen sind folgende Zahlen im Mittel anzunehmen:

Eine Kuh, bei Stallfütterung, gut genährt .	11,500	Kil.
Eine Kuh, welche theilweise auf der Weide geht	9,500	„
Ein Arbeitsochse	10,250	„
Ein Arbeitspferd	10,250	„
Ein Schaf	425	„

Mathieu de Dombasle enthielt folgende Düngerquantitäten:

Eine Kuh	14,750	Kil.
Ein Mastochse	25,300	„
Ein Pferd	16,200	„
Ein Schaf	600	„

Diese Zahlen, obgleich sehr von einander abweichend, sind für die Verhältnisse, unter welchen sie gefunden wurden, ohne Zweifel richtig, sie dürfen aber durchaus nicht für allgemein gültig angesehen werden. Wenn z. B. Thaer und Dombasle so sehr verschiedene Verhältnisse angeben, so liegt der Grund hiervon zum großen Theile darin, daß das eine Mal die Berechnung auf die Düngerproduktion sich bezieht, welche nach der belgischen Methode im Stalle selbst vorgenommen wurde, während das andere Mal die Produktion eines guten, aber mehr vergohrnen Hofdüngers der Berechnung zu Grunde gelegt wurde.

Bei einer wissenschaftlichen Erörterung der hier vorliegenden Frage und bei der Betrachtung der verschiedenen Umstände, welche modificirend auf die Quantität und Qualität des erzeugten Düngers einwirken können, muß man zunächst unterscheiden zwischen dem Gewichte der frischen Excremente bei einem gegebenen Futter und der Düngermenge, welche nach längerer Gährung der ganzen Masse auf das Feld gefahren wird. Nur die Menge und die Art der Futterstoffe kann als Grundlage dienen für die Bestimmung des Gewichtes an erzeugtem frischem Dünger, und es ist die Aufgabe der Wissenschaft, genau festzustellen, welche Umwandlung die verschiedenen Futterstoffe bei ihrem Durchgange durch den Körper der verschiedenen Nutzthiere erleiden und wie viel der ursprünglich vorhandenen oder welche Aequivalente der während der Verdauung verloren

gegangenen Substanz in dem Dünger sich vorfinden. Um hierüber [illegible]
thige Aufklärung zu verschaffen, sind von Boussingault über das [illegible]
hältniß des Düngers zur Nahrung bei der Kuh, dem Pferde und [illegible]
Schwein, von Jörgensen bei dem Schaf genaue analytische Untersu[illegible]
gen ausgeführt worden, deren Zahlenresultate aber erst dann völlige Zu[illegible]
lässigkeit erlangen können, wenn sie durch weitere Versuche bestätigt [illegible]
sind. Die Kuh erhielt Heu und Kartoffeln, das Pferd Heu und Hafer, [illegible]
Schwein in Dampf gekochte Kartoffeln, das Schaf nur Heu. Das [illegible]
niß der aufgenommenen Nahrung zu den innerhalb 24 Stunden ausge[illegible]
Stoffen (feste und flüssige zusammen) war das folgende:

	Nahrungsmittel.			Excremente.		Differenz im Gew[illegible] Nahrungsm[illegible] Excrem[illegible]	
	Feucht. Grm.	Trocken. Grm.		Feucht. Grm.	Trocken. Grm.	Feucht. Grm.	Tro[illegible] Gr[illegible]
1. Kuh.							
Kartoffeln	15000	4170	Koth	28413	4000	45887	[illegible]
Heu	7500	6315	Urin	8200	961		
Wasser	60000	—		36613	4961		
	82500	10485	Milch	8539	1151		
				45152	6112		
2. Pferd.							
Heu	7500	6465	Koth	14250	3525		
Hafer	2270	1927	Urin	1330	302		
Wasser	16000	—		15580	3827	10190	[illegible]
	25770	8392					
3. Schwein.							
Kartoffeln	7500	2085	Koth }	4170	750	3330	[illegible]
Wasser	nicht angegeben.		Urin }				
4. Schaf.							
Heu	887	767	Koth	972	412		
Wasser	1274	—		477	64		
	2161	767		1449	476	712	[illegible]

Von 100 Theilen der Gesammtmasse wie der einzelnen Elementar[illegible]
sind nach diesen Versuchen in die Excremente übergegangen:

	Kuh. Prc. Excr.	Kuh. Prc. Milch.	Pferd. Prc.	Schwein. Prc.	Schaf. Pr.
Kohlenstoff	41,0	13,0	37,4	31,3	56,6
Stickstoff	63,9	22,8	83,5	100,0	92,9
Wasserstoff	39,1	16,6	42,8	31,4	96,1
Sauerstoff	43,6	7,9	42,5	26,6	50,0
Mineralstoffe	97,1	6,3	101,9	150,0	113,4
Trockne Substanz überhaupt	47,3	11,0	45,6	36,0	62,1
Wasser	52,7	12,3	67,2	?	69,7
Gesammtmasse im feuchten Zustande	44,4	10,4	60,5	55,6	67,0

	Kuh. Prc. Excr. Milch.	Pferd. Prc.	Schwein. Prc.	Schaf. Prc.
Verhältniß des Trockenfutters zum feuchten Dünger	1 : 3,48	1 : 1,86	1 : 2,00	1 : 1,88
Verhältniß des Trockenfutters zum trocknen Dünger	1 : 0,48	1 : 0,46	1 : 0,36	1 : 0,62

Es ist aus den hier mitgetheilten Versuchsresultaten zu folgern, daß die mit den Nahrungsstoffen aufgenommenen Mineralsubstanzen bei dem erwachsenen Thiere vollständig in dessen Excremente übergehen (der häufig beobachtete Ueberschuß ist durch die im Wasser aufgelösten Salze und durch zufällige Verunreinigungen des Futters bedingt), daß ferner der Stickstoff wenigstens zu $^5/_6$ in den von dem Thiere ausgegebenen Produkten sich wieder vorfindet und daß die Thiere hinsichtlich der Verarbeitung der übrigen Elementarstoffe verschieden sich verhalten. Von allen landwirthschaftlichen Nutzthieren scheint das Schwein das größte Verdauungs- und Assimilationsvermögen zu besitzen, denn die Excremente enthielten wenig mehr als $^1/_3$ von dem Gewichte des verzehrten wasserfreien Futters, während die in den Dünger, dem Gewichte nach, übergegangene Menge bei dem Schafe fast $^2/_3$, bei dem Pferde und der Kuh etwas weniger als die Hälfte betrug. Es ist jedoch zu bemerken, daß auf diese Verhältnisse die Beschaffenheit und die Quantität des dargereichten Futters einen sehr wesentlichen Einfluß hat, wie aus den gleich unten beschriebenen Versuchsreihen sich ergeben wird. Wenn man aus den hier gefundenen Zahlen die ganze Menge des jährlich von den verschiedenen Thieren producirten Düngers berechnet, so erhält man für die Kuh 13,363 Kil., für das Pferd 5,687 Kil., für das Schwein 1,522 Kil. und für das Schaf 529 Kil. feuchten Dünger, also Mengen, welche die von Dombasle angegebenen noch bei weitem nicht erreichen und daher beweisen, daß sie für gewisse Verhältnisse noch als zu niedrig anzusehen sind, obgleich hier der oft sehr bedeutende Verlust, den der Dünger vor seiner Anwendung durch Gährung erleidet, nicht in Anschlag gebracht worden ist. Auf der anderen Seite ist in Betracht zu ziehen, daß bei diesen Angaben das Streustroh nicht in Rechnung gebracht worden ist, daß das hier gereichte Futter keineswegs als ein besonders reichliches angesehen werden kann, welches namentlich z. B. bei dem Schafe der Fall war, da dieses bei einem lebenden Gewichte von ungefähr 93 Pfd. nur 1 Pfd. 28,7 Loth oder 887 Grm. lufttrocknes Heu verzehrte. Ferner ist es natürlich, daß alle diese Düngerquantitäten, wenigstens für den feuchten Zustand, sich bedeutend höher herausgestellt hätten, wenn anstatt des Trockenfutters Grünfutter den Thieren gegeben worden wäre. Vielleicht kann man im Mittel die an-

gegebenen Düngerquantitäten als solche ansehen, welche in der Praxis bei voller Stallfütterung wirklich erreicht werden können, indem die Mehrerzeugung durch Streustroh und Grünfutter durch den Gährungsverlust reichlich wieder gehoben werden möchte. Wie sich diese Düngerquantitäten in der Praxis herausstellen, das können nur direkte Versuche im Großen nachweisen unter genauer Angabe aller äußeren Umstände und Verhältnisse, welche auf das Resultat modificirend einwirken. Dergleichen Versuche sind bereits mehrfach angestellt worden und die früher mitgetheilten Angaben über die Quantität des von verschiedenen Thieren jährlich erzeugten Düngers beruhen theilweise auf direkten Versuchen, indessen liegen die Resultate keineswegs immer in der Weise vor, daß sie zu wissenschaftlichen Erörterungen das nöthige Material liefern könnten. Besonderes Vertrauen scheinen mir die von Heuzé mitgetheilten Wägungen zu verdienen, deren Resultate ich hier beispielsweise zusammenstellen will als Verhältnißzahlen, wie sie bei sorgfältiger Behandlung des Mistes auf der Düngerstätte sich in der Wirklichkeit ergeben haben.

1. Verhältniß des aufgenommenen Futters und der Düngerproduktion bei den Pferden.

	Im J. 1836—37.		1837—38.		1838—39.	
	Frisch. Kil.	Getr. Kil.	Frisch. Kil.	Getr. Kil.	Frisch. Kil.	Getr. Kil.
Trockenfutter (Heu) . . .	13,300	11,305	27,764	23,599	39,880	33,224
Grünfutter	4,860	1,215	16,207	4,051	29,964	7,491
Kartoffeln	14,210	3,552	18,206	4,551	—	—
Carotten	—	—	12,146	1,575	19,602	2,548
Hafer	42,000	36,540	33,285	28,949	31,812	27,676
Stroh	56,520	50,868	61,920	55,728	60,406	54,365
		103,480		118,452		125,304
Menge des erhaltenen Düngers . .		139,000		128,872		174,702
Verhältniß zwischen dem wasserfreien Futter und dem Dünger		100 : 1,34		100 : 1,08		100 : 1,39

2. Bei den Ochsen.

	Frisch. Kil.	Getr. Kil.	Frisch. Kil.	Getr. Kil.	Frisch. Kil.	Getr. Kil.
Trockenfutter	30,480	25,908	59,675	50,723	64,182	54,551
Grünfutter	85,230	21,307	94,510	23,377	142,232	35,548
Kartoffeln	81,900	20,475	115,082	28,764	95,082	23,798
Runkelrüben	1,272	190	6,068	910	22,103	3,315
Topinambur	—	—	—	—	4,347	960
Rückstand von der Stärkefabrikation	9,160	2,290	—	—	—	
Hafer	1,812	1,576	3,500	3,015	529	460
Oelkuchen	—	—	—	—	774	696
Stroh	71,820	64,638	74,568	67,111	72,481	65,332
		136,884		178,930		185,660
Düngermenge		222,375		208,530		283,797

	Im J. 1836—37.		1837—38.		1838—39.	
	Frisch. Kil.	Getr. Kil.	Frisch. Kil.	Getr. Kil.	Frisch. Kil.	Getr. Kil.
Verhältniß zwischen dem wasserfreien Futter und dem Dünger		100:1,63		100:1,19		100:15,2
3. Bei den Kühen.						
Trockenfutter	36,070	30,659	49,478	42,056	40,546	33,464
Grünfutter	259,305	64,826	263,680	65,920	319,694	79,923
Kartoffeln	—	—	21,410	5,327	12,172	4,043
Runkelrüben	85,554	12,833	75,779	11,366	80,636	12,095
Carotten	—	—	3,250	422	—	—
Topinambur	—	—	910	198	—	—
Rückstand von der Stärkefabrikation	41,150	10,287	9,200	2,306	40,204	10,051
Stroh	128,260	115,434	127,368	114,541	109,402	98,461
		234,099		242,130		230,624
Düngermenge		564,000		504,244		533,596
Verhältniß zwischen dem wasserfreien Futter und dem Dünger .		100:2,40		100:2,08		100:2,31
4. Bei den Färsen.						
Trockenfutter	14,380	12,223	45,331	38,531	39,935	33,944
Grünfutter	178,011	44,502	249,265	62,313	203,075	50,768
Kartoffeln	47,530	11,882	21,321	5,340	8,200	2,070
Runkelrüben	23,765	3,564	79,122	11,868	75,465	11,319
Topinambur	—	—	910	198	—	—
Rückstand von der Stärkefabrikation	32,600	8,150	24,250	6,062	15,525	3,881
Stroh	113,890	102,501	130,944	117,849	126,315	113,683
		182,822		242,161		216,665
Düngermenge		367,875		467,250		571,275
Verhältniß zwischen dem wasserfreien Futter und dem Dünger .		100:2,01		100:1,92		100:2,64
5. Bei den Schweinen.						
Grünfutter	4,875	1,213	5,830	1,482	14,868	3,717
Kartoffeln	25,900	6,475	41,921	10,480	71,106	17,776
Runkelrüben	2,290	343	10,366	1,555	7,182	1,077
Carotten	530	68	1,300	169	—	—
Rückstand von der Stärkefabrikation	3,318	829	—	—	—	—
Stroh	21,760	19,584	26,028	23,425	31,920	28,738
		28,213		37,111		41,298
Düngermenge		76,875		102,266		72,618
Verhältniß zwischen dem wasserfreien Futter und dem Dünger . . .		100:2,73		100:2,75		100:1,76

6. Bei den Schafen (1836—37).

	Frisch.	Feucht.
Trockenfutter	72,145	61,323
Grünfutter	24,760	6,190
Kartoffeln	58,641	14,660
Runkelrüben	130,895	19,634
Carotten	7,280	946
Hafer	1,727	1,502
Kleie	5,925	4,443
Oelkuchen	3,394	3,054
Stroh	165,960	149,364
		261,021
Düngermenge		318,750
Verhältniß zwischen dem wasserfreien Futter und dem Dünger		100:1,22

Im Mittel von drei Jahren ist das Verhältniß des Streustrohes und des verzehrten Futters (auf den trocknen Zustand reducirt) zu der erzeugten Düngermenge gefunden:

		In runder Zahl.
Bei den Pferden	1,00:1,27	= 1,30
„ „ Ochsen	1,00:1,45	= 1,50
„ „ Kühen	1,00:2,26	= 2,30
„ „ Färsen	1,00:2,19	
„ „ Schweinen	1,00:2,41	= 2,50
„ „ Schafen	1,00:1,22	= 1,20
Im Mittel	1,00:1,80	

In den einzelnen Jahren hat dasselbe Verhältniß, für alle Thiere zusammengenommen, sich folgendermaßen herausgestellt:

Jahr.	Trockne Futtersubstanz.	Düngerquantität.	Verhältniß zwischen beiden.
1836—37.	946,019	1,688,875	100 : 1,76
1837—38.	813,795	1,411,162	100 : 1,73
1838—39.	799,551	1,605,988	100 : 2,00

Der Dünger war stets täglich aus den Ställen geschafft, auf der Miststätte sorgfältig gemengt und gleichmäßig geschichtet, und zwei Monate hindurch dessen Gährung durch Anfeuchten mit Jauche geleitet und gemäßigt worden. Die niedrige Verhältnißzahl, welche sich bei den Pferden und Arbeitsochsen herausgestellt hat, ist bedingt durch den Umstand, daß diese Thiere den größeren Theil des Tages außer dem Stalle sich befinden und also einen beträchtlichen Theil des Düngers verschleppen müssen. Für die Düngerproduktion des Schafes glaubt Heuzé die Verhältnißzahl 1 : 1,20 annehmen zu müssen, da im Jahre 1837—38 durch direkten Versuch 1 : 1,15 gefunden wurde und jene Zahl also das Mittel von den in beiden Jahren gefundenen Resultaten bezeichnet.

Die hier gefundenen Mittelzahlen stimmen im Ganzen sehr gut mit den Angaben der landwirthschaftlichen Schriftsteller überein; im Allgemeinen wird gegenwärtig die Zahl 2 als Multiplicator zur Berechnung des Düngererzeugnisses aus der auf den lufttrocknen Zustand reducirten Futtermasse angenommen, so von Koppe, Pabst, Burger, Schweitzer, Schober u. A., während Thaer, v. Thünen, v. Wulffen, Bloch, Meyer, Dombasle diese Zahl auf 2,25 und selbst 2,5 erhöht wissen wollen, dagegen Schwerz das Gewicht der wasserfreien Futterstoffe mit 1,75, des Streustrohes mit 2 multiplicirt und durchschnittlich für Futter und Streustroh zusammen die Zahl 1,87 für die richtige hält. Auf die Uebereinstimmung der einen oder anderen Annahme mit der Wirklichkeit werden eine Menge von veränderlichen Umständen von Einfluß sein, so namentlich die Art der Düngergewinnung und die Behandlung des Mistes, bevor derselbe auf das Feld gebracht und hier untergeackert wird. Die Ansammlung des Düngers in dem Stalle, unter den Thieren, bewirkt allerdings gewöhnlich die Gewinnung einer größeren Quantität, dem Volumen wie dem Gewichte nach, jedoch habe ich darauf aufmerksam gemacht, daß bei zweckmäßiger Behandlung des Mistes auf der Düngerstätte fast sämmtliche während einer langsamen Gährung sich bildenden Stoffe zurückgehalten werden, namentlich wenn eine Beimischung von Erde stattfindet und stets für den richtigen Grad der Feuchtigkeit Sorge getragen wird; es liegen selbst Erfahrungen darüber vor, daß die auf der Düngstätte angesammelte Düngerquantität keine geringere war, als diejenige, welche nach zwei- bis dreimonatlichem Liegen im Stalle direkt auf die Felder geschafft wurde. Im Mittel für beide Methoden der Düngeransammlung, sowie für alle landwirthschaftlichen Nutzthiere zusammengenommen, wird man die Quantität der auf den trocknen Zustand zurückgeführten Futterstoffe und des Streustrohes mit keiner höheren Zahl multipliciren dürfen als mit der Zahl 2, um die zu erwartende Düngerquantität im Voraus zu berechnen, wobei man gewöhnlich dem erzeugten Dünger einen Wassergehalt von 75 Prc. beilegt. Richtiger noch würde es vielleicht sein, die Zahl mit Heuzé auf 1,80 zu erniedrigen, namentlich wenn die Anzahl der Schafe, der Pferde und der Arbeitsochsen im Verhältniß zu den Milchkühen und Schweinen eine nicht unbedeutende ist. Hinsichtlich der einzelnen Thiergattungen scheinen die von Heuzé gefundenen Verhältnißzahlen sehr gut mit den Erfahrungen auch der deutschen Landwirthe übereinzustimmen.

In den Jahren 1851 bis 1853 habe ich in Möckern zahlreiche Beobachtungen angestellt über die Düngerproduktion bei Kühen und Schafen. Zwei Kühe der Montafuner Race von durchschnittlich 850 Pfd. lebendem Gewicht erhielten vom 7. Januar bis zum 15. Mai mit unbedeuten-

den Abänderungen täglich zusammen an Futter: 40 Pfd. Runkelrüben, 12 Pfd. Heu, 6 Pfd. Grummet, 24 Pfd. Futterstroh, 4 Pfd. Weizenkleien und 4 Pfd. Rapskuchen; vom 15. Mai begann der allmälige Uebergang zur Grünfütterung, welche mit dem 12. Juni bei einem täglichen Futterquantum von 156 Pfd. Grünklee für beide Thiere erreicht war. Der producirte Dünger blieb jedesmal 7 Tage lang im Stalle unter den Thieren liegen und wurde dann gewogen und entfernt. Die Menge der Streu betrug während der Winterfütterung täglich 18 bis 20 Pfd., bei voller Grünfütterung dagegen 28 bis 30 Pfd.; die abfließende Jauche wurde gesammelt, gewogen und das Gewicht derselben dem des trocknen Düngers zugerechnet.

	Trockensubst. in Futter und Streu. Pfd.	Gesammt-Wasser-aufnahme. Pfd.	Düngermenge. Pfd.	Verhältniß der Trockensubstanz im Futter rc. z. Dünger.	Verhältniß der Trockensubstanz im Futter rc. z. Wasseraufnahme*).	Verhältniß d. Wasseraufnahme z. Dünger.
7. Jan. bis 14. Jan.	483,3	1524,5	1286	1:2,66	1:4,26	1:0,84
15. „ „ 21. „	445,5	1429,5	1150	1:2,58	1:4,35	1:0,80
22. „ „ 28. „	453,6	1424,4	1177	1:2,59	1:4,18	1:0,82
29. „ „ 4. Febr.	466,5	1424,0	1152	1:2,47	1:4,17	1:0,81
5. Febr. „ 11. „	468,3	1433,5	1158	1:2,47	1:3,96	1:0,81
12. „ „ 18. „	483,6	1331,9	2016	1:2,08	1:3,55	1:0,76
19. „ „ 25. „	483,6	1297,9			1:3,45	
26. „ „ 4. März	488,5	1384,5	1090	1:2,23	1:3,68	1:0,79
5. März „ 11. „	477,5	1324,8	—	—	1:3,64	—
12. „ „ 18. „	457,4	1242,6	1070	1:2,34	1:3,58	1:0,86
19. „ „ 25. „	440,0	1185,4	948	1:2,15	1:3,55	1:0,80
26. „ „ 1. April	466,4	1365,5	1080	1:2,32	1:3,76	1:0,79
2. April „ 8. „	479,8	1437,6	1167	1:2,43	1:2,43	1:0,81
9. „ „ 15. „	495,1	1423,9	1062	1:2,15	1:2,15	1:0,75
16. „ „ 22. „	466,5	1330,3	1166	1:2,50	1:2,50	1:0,87
23. „ „ 29. „	479,6	1432,6	1188	1:2,48	1:3,86	1:0,83
30. „ „ 6. Mai	471,8	1395,4	1176	1:2,49	1:3,84	1:0,84
7. Mai „ 13. „	453,8	1360,5	1053	1:2,32	1:3,63	1:0,77
15. „ „ 21. „	456	1417	965	1:2,21	1:4,01	1:0,68
22. „ „ 28. „	399	1422	1260	1:3,16	1:4,85	1:0,89
29. „ „ 4. Juni	440	1505	1453	1:3,30	1:4,87	1:0,96
5. Juni „ 11. „	475	1548	1446	1:3,05	1:4,87	1:0,93
12. „ „ 18. „	463	1820	1470	1:3,18	1:6,38	1:0,81
19. „ „ 25. „	482	1677	1670	1:3,46	1:5,39	1:0,99
26. „ „ 2. Juli	511	1806	1702	1:3,33	1:5,51	1:0,94

Der bei voller Winterfütterung producirte Kuhmist enthielt im Mittel 25,7 Prc., die sehr concentrirte Jauche 6,5 Prc. Trockensubstanz; ferner beträgt die Menge der Trockensubstanz im Dünger, wenn man dieselbe auf die Gesammtmenge an Trockensubstanz im Futter und in der Streu bezieht, 85,5 Prc., ohne die Streu dagegen 45,2 Prc. Das Ver-

*) Verhältniß der Trockensubstanz im Futter allein, ohne Streu, zur Wasseraufnahme.

hältniß der Trockensubstanz im Futter und in der Streu zu der Menge des producirten Düngers ist in allen Beobachtungen sehr nahe übereinstimmend und beträgt im Mittel 1 : 2,39; ebenso gleichmäßig stellt sich das Verhältniß zwischen dem Trockenfutter (ohne Streu) und der Gesammtwasseraufnahme mit 1 : 3,83 heraus, sowie endlich das Verhältniß der Wasseraufnahme zum feuchten Dünger (mit der Streu). Die direkte Aufnahme von Wasser als Tränke ist bei der Grünfütterung für eine Woche und beide Kühe berechnet um 300 bis 400 Pfd. niedriger als bei der Winterfütterung; dagegen wird mit dem ungleich saftigeren Grünfutter eine weit größere Menge Feuchtigkeit in den Körper hineingebracht, so daß die Gesammt-Wasseraufnahme im Sommer um etwa 400 Pfd. größer ist, als während des Winters im Mittel beobachtet wird. In Folge dieser vermehrten Wasseraufnahme muß auch das Gewicht des im Sommer producirten frischen Düngers verhältnißmäßig viel beträchtlicher ausfallen als bei der Winterfütterung; direkte Wägungen haben gezeigt, daß dieser Unterschied in der Düngerproduktion für jede Woche im Ganzen (fester und flüssiger Dünger nebst Streu und für beide Versuchskühe berechnet) ungefähr 400 Pfd. beträgt. Das Verhältniß der Trockensubstanz im Futter und in der Streu zu dem Gewicht des feuchten Düngers ist nach obigen Beobachtungen bei der vollen Grünfütterung wie 1 : 3,33, das Verhältniß der Trockensubstanz im Futter zur Gesammt-Wasseraufnahme wie 1 : 5,5 und das Gewichtsverhältniß zwischen Wasseraufnahme und der Düngerproduktion wie 1 : 0,95, während das letztere im Winter gleich 1 : 0,81 sich ergab.

Neuere von F. Crusius in Rüdigsdorf angestellte Beobachtungen zeigen, wenn die Ergebnisse mit den von mir gefundenen Zahlen verglichen werden, in welchem Grade die Trockensubstanz im Dünger bei längerer Ansammlung desselben im Stalle sich vermindert. Sechs Kühe von durchschnittlich 1060 Pfd. lebendem Gewicht verzehrten bei sehr reichlicher Winterfütterung (täglich $^1/_{26}$ ihres Gewichtes an Heuwerth) in 28 Tagen 1120 Pfd. Kleeheu, 1120 Pfd. Grummet, 674 Pfd. Weizenspreu, 3024 Pfd. Rüben, 372 Pfd. Rapskuchen, 336 Pfd. Rapsschoten, 504 Pfd. Roggenkleie und 710 Pfd. Haferstroh. Die wichtigeren Bestandtheile des Futters, der Streu und des Düngers wurden durch die chemische Analyse ermittelt.

		Wasser.	Trockensubstanz.	Asche.	Stickstoff.
	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.
Futter	7860	3129,9	4730,1	357,3	84,7
Streu	1749	278,5	1470,8	111,1	6,2
Tränkwasser . . .	28224	28210	—	14	—
Fester Dünger . . .	13068	10036	3032	641	57,6
Jauche	3870	3739,7	140,5	145	9,6

Der feste Dünger enthielt 23,2 Prc. und die Jauche 3,65 Prc. Trocken-substanz; die Trockensubstanz im Dünger nach Abzug der Streu betrug 36,0 Prc. von dem Gewichte des trocknen Futters, mit der Streu berechnet dagegen 51,2 Prc., während diese Zahlen bei 7tägiger Ansammlung des Düngers im Stalle von mir gleich 45,2 und 58,5 gefunden wurden; es hatte also die Trockensubstanz im Dünger nach 4 Wochen bereits um ein $^1/_7$ weiter abgenommen, als wenn der Dünger nur 7 Tage liegen blieb. Es möchte wohl hieraus wie aus anderweitigen Beobachtungen sich ergeben, daß der Dünger bei seiner Ansammlung im Stalle kaum langsamer sich zersetzt, als wenn er auf der Miststätte einer passenden Behandlung unterworfen wird. Von dem im Futter und in der Streu enthaltenen Stickstoff sind 73,9 Prc. in den Dünger übergegangen, während in der Milch 11,7 Prc. gefunden wurde, so daß in Ueber-einstimmung mit anderen Beobachtungen kaum $^1/_6$ der ganzen Stickstoffmenge bei dem Durchgange des Futters durch den thierischen Körper und bei der Ansammlung des Düngers im Stalle verloren gegangen ist. Die Versuchs-kühe in Rüdigsdorf haben weit mehr Wasser als Tränke aufgenommen, als die in Möckern beobachteten, nämlich auf jedes Pfund Trockensubstanz im Futter 6,63 Pfd. Wasser; die Ursache dieser Erscheinung liegt theils in der Individualität der Thiere, in ihrem größeren Gewichte, in der Verschiedenheit der Fütterung und namentlich in der höheren Temperatur des Stalles, welche 13 bis 14° R. betrug, in Möckern zur Zeit der Winterfütterung nur 7 bis 10°. Bei dieser höheren Wasseraufnahme mußte der Dünger auch eine etwas mehr wässerige Beschaffenheit annehmen und daher auch das Gewicht des feuchten Düngers im Verhältniß zu der Menge der Trockensubstanz im Dünger und in der Streu ein größeres sein, es war nämlich gleich 2,73 : 1. Endlich erklärt sich aus der höheren Temperatur im Stalle und besonders aus dem längeren Liegenbleiben des Düngers, daß aus dem letzteren und von den Thieren selbst weit mehr Feuchtigkeit verdunstete, als in Möckern beobachtet wurde, es war das Verhältniß der Gesammtwasseraufnahme zum Gewichte des feuchten Düngers in Rüdigsdorf gleich 1 : 0,54.

Aehnliche Beobachtungen habe ich hinsichtlich der Düngerproduction bei Schafen in Möckern 1853 angestellt, von denen ich hier nur die mittleren Ergebnisse aus jedesmal 4 unter einander nahe übereinstimmenden Versuchen mittheile. Die folgenden Zahlen beziehen sich auf 3 Thiere der Merinorace von 80 Pfd. lebendem Gewicht pro. Stück.

	1. Periode.	2. Periode.	3. Periode.	4. Periode.	5. Periode.
uer der Düngeransammlung	31 Tage.	61 Tage.	14 Tage.	14 Tage.	31 Tage.
ittlere Temperatur der Ställe	9,85° R.	7,41° R.	7,15° R.	4,91° R.	10,71° R.
üben verfüttert . .	369,5 Pfd.	638,2 Pfd.	144,5 Pfd.	144,5 Pfd.	320,2 Pfd.
u	135,4 "	286,4 "	63,4 "	59,0 "	120,4 "
apskuchen u. Wickgerste	— "	75,3 "	28,0 "	40,0 "	90,0 "
treustroh	46,5 "	140,1 "	21,0 "	21,0 "	45,8 "
rockensubstanz im Futter	163,8 "	389,6 "	96,6 "	102,8 "	220,0 "
esammt = Wasseraufnahme	402,2 "	760,2 "	185,3 "	199,5 "	463,2 "
eren Verhältniß zum Trockenfutter . . .	2,45 : 1	1,95 : 1	1,91 : 1	1,95 : 1	2,11 : 1
euchter Dünger . .	391,6 Pfd.	673 Pfd.	209,5 Pfd.*)	198,8 Pfd.	409,4 Pfd.
essen Verhältniß zu Trockenfutter und Streu .	1,92 : 1	1,43 : 1	— .	1,64 : 1	1,57 : 1
rockensubst. im Dünger	31,8 Prc.	34,5 Prc.	28,4 Prc.	32,3 Prc.	35,7 Prc.
rocente derselben von dem Trockenfutter . . .	50,2 "	38,4 "	41,8 "	43,5 "	47,8 "
roc. derselben von dem Trockenfutter mit der Streu	60,1 "	49,0 "	51,3 "	52,2 "	55,7 "
erhältniß der Wasseraufnahme zum feuchten Dünger	1 : 0,97	1 : 0,89	—	1 : 0,99	1 : 0,88
Stickst. in Futter u. Streu	3,66 Pfd.	10,38 Pfd.	3,04 Pfd.	3,26 Pfd.	7,06 Pfd.
Stickstoff im Dünger . .	3,06 "	8,35 "	2,57 "	2,66 "	4,57 "
Stickstoffverlust in Proc.	16,4 Prc.	19,6 Prc.	15,3 Prc.	18,1 Prc.	35,3 Prc.
Asche in Futter und Streu	13,8 Pfd.	33,5 Pfd.	8,4 Pfd.	8,5 Pfd.	20,2 Pfd.
Asche im Dünger . . .	27,3 "	55,1 "	14,2 "	15,0 "	43,0 "
Organische Substanz in Futter und Streu . .	194,6 "	441,1 "	105,2 "	111,9 "	235,7 "
Organische Substanz im Dünger	97,0 "	175,9 "	44,7 "	52,3 "	101,2 "
Organische Substanz nach Procenten	49,9 Prc.	39,9 Prc.	42,5 Prc.	46,8 Prc.	42,1 Prc.

Das absolute Gewicht des feuchten Düngers steht bei gleicher Zeitdauer der Ansammlung desselben in einem geraden Verhältniß zu der Menge des von den Thieren aufgenommenen Wassers; je größer die Menge des letzteren ist, um so beträchtlicher ist auch das Gewicht des producirten Düngers. Es ergiebt sich ferner sehr deutlich, daß der Dünger in den ersten 14 Tagen seiner Ansammlung im Stalle, also kurze Zeit nach

*) Es war bei diesem Versuche der Dünger während seiner Ansammlung mehrmals mit Wasser angefeuchtet worden, das Gewicht des feuchten Düngers ist daher etwas größer, als es ohne directen Zusatz von Wasser sich gezeigt hätte.

6. Bei den Schafen (1836—37).

	Frisch.	Trocken.
Trockenfutter	72,145	61,323
Grünfutter	24,760	6,190
Kartoffeln	58,641	14,660
Runkelrüben	130,895	19,634
Carotten	7,280	946
Hafer	1,727	1,502
Kleie	5,925	4,443
Oelkuchen	3,394	3,054
Stroh	165,960	149,364
		261,021
Düngermenge		318,750
Verhältniß zwischen dem wasserfreien Futter und dem Dünger		100 : 1,22

Im Mittel von drei Jahren ist das Verhältniß des Streustrohes zu des verzehrten Futters (auf den trocknen Zustand reducirt) zu der erzeug Düngermenge gefunden:

		In runder Zahl
Bei den Pferden	1,00 : 1,27	= 1,30
„ „ Ochsen	1,00 : 1,45	= 1,50
„ „ Kühen	1,00 : 2,26	= 2,30
„ „ Färsen	1,00 : 2,19	
„ „ Schweinen	1,00 : 2,41	= 2,50
„ „ Schafen	1,00 : 1,22	= 1,20
Im Mittel	1,00 : 1,80	

In den einzelnen Jahren hat dasselbe Verhältniß, für alle Thiere sammengenommen, sich folgendermaßen herausgestellt:

Jahr.	Trockne Futter-substanz.	Dünger-quantität.	Verhältniß zwischen beiden.
1836—37.	946,019	1,688,875	100 : 1,76
1837—38.	813,795	1,411,162	100 : 1,73
1838—39.	799,551	1,605,988	100 : 2,00

Der Dünger war stets täglich aus den Ställen geschafft, auf der stätte sorgfältig gemengt und gleichmäßig geschichtet, und zwei Monate durch dessen Gährung durch Anfeuchten mit Jauche geleitet und ge worden. Die niedrige Verhältnißzahl, welche sich bei den Pferden und beitsochsen herausgestellt hat, ist bedingt durch den Umstand, daß diese den größeren Theil des Tages außer dem Stalle sich befinden und also beträchtlichen Theil des Düngers verschleppen müssen. Für die Dü produktion des Schafes glaubt Heuzé die Verhältnißzahl 1 : 1,20 an men zu müssen, da im Jahre 1837—38 durch direkten Versuch 1 : 1,1 funden wurde und jene Zahl also das Mittel von den in beiden Jahren fundenen Resultaten bezeichnet.

Die hier gefundenen Mittelzahlen stimmen im Ganzen sehr gut mit den Angaben der landwirthschaftlichen Schriftsteller überein; im Allgemeinen vird gegenwärtig die Zahl 2 als Multiplicator zur Berechnung des Dünger-:rzeugnisses aus der auf den lufttrocknen Zustand reducirten Futtermasse an-jenommen, so von Koppe, Pabst, Burger, Schweitzer, Schober ı. A., während Thaer, v. Thünen, v. Wulffen, Bloch, Meyer, Dombasle diese Zahl auf 2,25 und selbst 2,5 erhöht wissen wollen, da-jegen Schwerz das Gewicht der wasserfreien Futterstoffe mit 1,75, des Streustrohes mit 2 multiplicirt und durchschnittlich für Futter und Streustroh usammen die Zahl 1,87 für die richtige hält. Auf die Uebereinstimmung er einen oder anderen Annahme mit der Wirklichkeit werden eine Menge on veränderlichen Umständen von Einfluß sein, so namentlich die Art der Düngergewinnung und die Behandlung des Mistes, bevor derselbe auf das Feld gebracht und hier untergeackert wird. Die Ansammlung des Düngers n dem Stalle, unter den Thieren, bewirkt allerdings gewöhnlich die Gewin-ung einer größeren Quantität, dem Volumen wie dem Gewichte nach, jedoch abe ich darauf aufmerksam gemacht, daß bei zweckmäßiger Behandlung des Mistes auf der Düngerstätte fast sämmtliche während einer langsamen Gäh-ung sich bildenden Stoffe zurückgehalten werden, namentlich wenn eine Bei-nischung von Erde stattfindet und stets für den richtigen Grad der Feuchtig-it Sorge getragen wird; es liegen selbst Erfahrungen darüber vor, daß die uf der Düngstätte angesammelte Düngerquantität keine geringere war, als ejenige, welche nach zwei- bis dreimonatlichem Liegen im Stalle direkt auf e Felder geschafft wurde. Im Mittel für beide Methoden der Dünger-ısammlung, sowie für alle landwirthschaftlichen Nutzthiere zusammen-:nommen, wird man die Quantität der auf den trocknen Zustand zurückge-ıhrten Futterstoffe und des Streustrohes mit keiner höheren Zahl multipliciren irfen als mit der Zahl 2, um die zu erwartende Düngerquantität im Voraus ı berechnen, wobei man gewöhnlich dem erzeugten Dünger einen Wasser-halt von 75 Prc. beilegt. Richtiger noch würde es vielleicht sein, die Zahl it Heuzé auf 1,80 zu erniedrigen, namentlich wenn die Anzahl der chafe, der Pferde und der Arbeitsochsen im Verhältniß zu den Milchkühen ıd Schweinen eine nicht unbedeutende ist. Hinsichtlich der einzelnen Thier-ıttungen scheinen die von Heuzé gefundenen Verhältnißzahlen sehr gut it den Erfahrungen auch der deutschen Landwirthe übereinzustimmen.

In den Jahren 1851 bis 1853 habe ich in Möckern zahlreiche Beobach-ıngen angestellt über die Düngerproduktion bei Kühen und chafen. Zwei Kühe der Montafuner Race von durchschnittlich 850 Pfd. endem Gewicht erhielten vom 7. Januar bis zum 15. Mai mit unbedeuten-

den Abänderungen täglich zusammen an Futter: 40 Pfd. Runkelrüben, 12 Pfd. Heu, 6 Pfd. Grummet, 24 Pfd. Futterstroh, 4 Pfd. Weizenkleie und 4 Pfd. Rapskuchen; vom 15. Mai begann der allmälige Uebergang zur Grünfütterung, welche mit dem 12. Juni bei einem täglichen Futterquantum von 156 Pfd. Grünklee für beide Thiere erreicht war. Der producirte Dünger blieb jedesmal 7 Tage lang im Stalle unter den Thieren liegen und wurde dann gewogen und entfernt. Die Menge der Streu betrug während der Winterfütterung täglich 18 bis 20 Pfd., bei voller Grünfütterung dagegen 28 bis 30 Pfd.; die abfließende Jauche wurde gesammelt, gewogen und das Gewicht derselben dem des trocknen Düngers zugerechnet.

	Trockensubst. in Futter und Streu. Pfd.	Gesammt-Wasser-aufnahme. Pfd.	Dünger-menge. Pfd.	Verhältniß der Trockensubstanz im Futter 2c. z. Dünger.	Verhältniß der Trockensubstanz im Futter 2c. z. Wasser-aufnahme*).	Verhältniß d. Wasser-aufnahme z. Dünger.
7. Jan. bis 14. Jan.	483,3	1524,5	1286	1:2,66	1:4,26	1:0,84
15. „ „ 21. „	445,5	1429,5	1150	1:2,58	1:4,35	1:0,80
22. „ „ 28. „	453,6	1424,4	1177	1:2,59	1:4,18	1:0,82
29. „ „ 4. Febr.	466,5	1424,0	1152	1:2,47	1:4,17	1:0,81
5. Febr. „ 11. „	468,3	1433,5	1158	1:2,47	1:3,96	1:0,81
12. „ „ 18. „	483,6	1331,9	2016	1:2,08	1:3,55	1:0,75
19. „ „ 25. „	483,6	1297,9			1:3,45	
26. „ „ 4. März	488,5	1384,5	1090	1:2,23	1:3,68	1:0,79
5. März „ 11. „	477,5	1324,8	—	—	1:3,64	—
12. „ „ 18. „	457,4	1242,6	1070	1:2,34	1:3,58	1:0,86
19. „ „ 25. „	440,0	1185,4	948	1:2,15	1:3,55	1:0,80
26. „ „ 1. April	466,4	1365,5	1080	1:2,32	1:3,76	1:0,79
2. April „ 8. „	479,8	1437,6	1167	1:2,43	1:2,43	1:0,81
9. „ „ 15. „	495,1	1423,9	1062	1:2,15	1:2,15	1:0,75
16. „ „ 22. „	466,5	1330,3	1166	1:2,50	1:2,50	1:0,87
23. „ „ 29. „	479,6	1432,6	1188	1:2,48	1:3,86	1:0,83
30. „ „ 6. Mai	471,8	1395,4	1176	1:2,49	1:3,84	1:0,84
7. Mai „ 13. „	453,8	1360,5	1053	1:2,32	1:3,63	1:0,77
15. „ „ 21. „	456	1417	965	1:2,21	1:4,01	1:0,68
22. „ „ 28. „	399	1422	1260	1:3,16	1:4,85	1:0,89
29. „ „ 4. Juni	440	1505	1453	1:3,30	1:4,87	1:0,96
5. Juni „ 11. „	475	1548	1446	1:3,05	1:4,87	1:0,93
12. „ „ 18. „	463	1820	1470	1:3,18	1:6,38	1:0,81
19. „ „ 25. „	482	1677	1670	1:3,46	1:5,39	1:0,99
26. „ „ 2. Juli	511	1806	1702	1:3,33	1:5,51	1:0,94

Der bei voller Winterfütterung producirte Kuhmist enthielt im Mittel 25,7 Prc., die sehr concentrirte Jauche 6,5 Prc. Trockensubstanz; ferner beträgt die Menge der Trockensubstanz im Dünger, wenn man dieselbe auf die Gesammtmenge an Trockensubstanz im Futter und in der Streu bezieht, 85,5 Prc., ohne die Streu dagegen 45,2 Prc. Das Ver-

*) Verhältniß der Trockensubstanz im Futter allein, ohne Streu, zur Wasseraufnahme.

ältniß der Trockensubstanz im Futter und in der Streu zu der Menge des
roducirten Düngers ist in allen Beobachtungen sehr nahe übereinstimmend
nd beträgt im Mittel 1 : 2,39; ebenso gleichmäßig stellt sich das Verhält-
iß zwischen dem Trockenfutter (ohne Streu) und der Gesammtwasseraufnahme
it 1 : 3,83 heraus, sowie endlich das Verhältniß der Wasseraufnahme zum
uchten Dünger (mit der Streu). Die direkte Aufnahme von Wasser als
ränke ist bei der Grünfütterung für eine Woche und beide Kühe be-
chnet um 300 bis 400 Pfd. niedriger als bei der Winterfütterung; dagegen
ird mit dem ungleich saftigeren Grünfutter eine weit größere Menge Feuchtig-
it in den Körper hineingebracht, so daß die Gesammt-Wasseraufnahme im
ommer um etwa 400 Pfd. größer ist, als während des Winters im Mittel
obachtet wird. In Folge dieser vermehrten Wasseraufnahme muß auch
s Gewicht des im Sommer producirten frischen Düngers verhältnißmäßig
el beträchtlicher ausfallen als bei der Winterfütterung; direkte Wägungen
aben gezeigt, daß dieser Unterschied in der Düngerproduktion für jede Woche
n Ganzen (fester und flüssiger Dünger nebst Streu und für beide Versuchs-
ihe berechnet) ungefähr 400 Pfd. beträgt. Das Verhältniß der Trocken-
ubstanz im Futter und in der Streu zu dem Gewicht des feuchten Düngers
t nach obigen Beobachtungen bei der vollen Grünfütterung wie 1 : 3,33,
as Verhältniß der Trockensubstanz im Futter zur Gesammt-Wasseraufnahme
ie 1 : 5,5 und das Gewichtsverhältniß zwischen Wasseraufnahme und der
Düngerproduktion wie 1 : 0,95, während das letztere im Winter gleich
: 0,81 sich ergab.

Neuere von F. Crusius in Rüdigsdorf angestellte Beobachtungen zeigen,
venn die Ergebnisse mit den von mir gefundenen Zahlen verglichen werden,
ı welchem Grade die Trockensubstanz im Dünger bei längerer Ansammlung
esselben im Stalle sich vermindert. Sechs Kühe von durchschnittlich 1060
Pfd. lebendem Gewicht verzehrten bei sehr reichlicher Winterfütterung (täglich
/26 ihres Gewichtes an Heuwerth) in 28 Tagen 1120 Pfd. Kleeheu,
120 Pfd. Grummet, 674 Pfd. Weizenspreu, 3024 Pfd. Rüben, 372 Pfd.
Rapskuchen, 336 Pfd. Rapsschoten, 504 Pfd. Roggenkleie und 710 Pfd.
Haferstroh. Die wichtigeren Bestandtheile des Futters, der Streu und des
Düngers wurden durch die chemische Analyse ermittelt.

		Wasser.	Trockensubstanz.	Asche.	Stickstoff.
	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.
Futter	7860	3129,9	4730,1	357,3	84,7
Streu	1749	278,5	1470,8	111,1	6,2
Tränkwasser . . .	28224	28210	—	14	—
Fester Dünger . . .	13068	10036	3032	641	57,6
Jauche	3870	3739,7	140,5	145	9,6

Der feste Dünger enthielt 23,2 Prc. und die Jauche 3,65 Prc. Trockensubstanz; die Trockensubstanz im Dünger nach Abzug der Streu betrug 36,0 Prc. von dem Gewichte des trocknen Futters, mit der Streu berechnet dagegen 51,2 Prc., während diese Zahlen bei 7tägiger Ansammlung des Düngers im Stalle von mir gleich 45,2 und 58,5 gefunden wurden: es hatte also die Trockensubstanz im Dünger nach 4 Wochen bereits um etwa $^1/_7$ weiter abgenommen, als wenn der Dünger nur 7 Tage liegen blieb. Es möchte wohl hieraus wie aus anderweitigen Beobachtungen sich ergeben, *daß der Dünger bei seiner Ansammlung im Stalle kaum langsamer sich zersetzt, als wenn er auf der Miststätte einer passenden Behandlung unterworfen wird.* Von dem im Futter und in der Streu enthaltenen Stickstoff sind 73,9 Prc. in den Dünger übergegangen, während in der Milch 11,7 Prc. gefunden wurde, so daß in Uebereinstimmung mit anderen Beobachtungen kaum $^1/_6$ der ganzen Stickstoffmenge bei dem Durchgange des Futters durch den thierischen Körper und bei der Ansammlung des Düngers im Stalle verloren gegangen ist. Die Versuchskühe in Rüdigsdorf haben weit mehr Wasser als Tränke aufgenommen, als die in Möckern beobachteten, nämlich auf jedes Pfund Trockensubstanz im Futter 6,63 Pfd. Wasser; die Ursache dieser Erscheinung liegt theils in der Individualität der Thiere, in ihrem größeren Gewichte, in der Verschiedenheit der Fütterung und namentlich in der höheren Temperatur des Stalles, welche 13 bis 14° R. betrug, in Möckern zur Zeit der Winterfütterung nur 7 bis 10°. Bei dieser höheren Wasseraufnahme mußte der Dünger auch eine etwas mehr wässerige Beschaffenheit annehmen und daher auch das Gewicht des feuchten Düngers im Verhältniß zu der Menge der Trockensubstanz im Dünger und in der Streu ein größeres sein, es war nämlich gleich 2,73 : 1. Endlich erklärt sich aus der höheren Temperatur im Stalle und beziehentlich aus dem längeren Liegenbleiben des Düngers, daß aus dem letzteren und von den Thieren selbst weit mehr Feuchtigkeit verdunstete, als in Möckern beobachtet wurde, es war das Verhältniß der Gesammtwasseraufnahme zum Gewichte des feuchten Düngers in Rüdigsdorf gleich 1 : 0,54.

Aehnliche Beobachtungen habe ich hinsichtlich der *Düngerproduktion bei Schafen* in Möckern 1853 angestellt, von denen ich hier nur die mittleren Ergebnisse aus jedesmal 4 unter einander nahe übereinstimmenden Versuchen mittheile. Die folgenden Zahlen beziehen sich auf 3 Thiere der Merinorace von 80 Pfd. lebendem Gewicht pro. Stück.

	1. Periode.	2. Periode.	3. Periode.	4. Periode.	5. Periode.
uer der Düngeransammlung	31 Tage.	61 Tage.	14 Tage.	14 Tage.	31 Tage.
ttlere Temperatur der Ställe	9,85° R.	7,41° R.	7,15° R.	4,91° R.	10,71° R.
iben verfüttert . .	369,5 Pfd.	638,2 Pfd.	144,5 Pfd.	144,5 Pfd.	320,2 Pfd.
u	135,4 „	286,4 „	63,4 „	59,0 „	120,4 „
pskuchen u. Wickgerste	— „	75,3 „	28,0 „	40,0 „	90,0 „
reustroh	46,5 „	140,1 „	21,0 „	21,0 „	45,8 „
ockensubstanz im Futter	163,8 „	389,6 „	96,6 „	102,8 „	220,0 „
esammt = Wasseraufnahme	402,2 „	760,2 „	185,3 „	199,5 „	463,2 „
ren Verhältniß zum Trockenfutter . . .	2,45 : 1	1,95 : 1	1,91 : 1	1,95 : 1	2,11 : 1
uchter Dünger . .	391,6 Pfd.	673 Pfd.	209,5 Pfd.*)	198,8 Pfd.	409,4 Pfd.
essen Verhältniß zu Trockenfutter und Streu .	1,92 : 1	1,43 : 1	— .	1,64 : 1	1,57 : 1
rockensubst. im Dünger	31,8 Prc.	34,5 Prc.	28,4 Prc.	32,3 Prc.	35,7 Prc.
rocente derselben von dem Trockenfutter . . .	50,2 „	38,4 „	41,8 „	43,5 „	47,8 „
roc. derselben von dem Trockenfutter mit der Streu	60,1 „	49,0 „	51,3 „	52,2 „	55,7 „
Verhältniß der Wasseraufnahme zum feuchten Dünger	1 : 0,97	1 : 0,89	—	1 : 0,99	1 : 0,88
Stickst. in Futter u. Streu	3,66 Pfd.	10,38 Pfd.	3,04 Pfd.	3,26 Pfd.	7,06 Pfd.
Stickstoff im Dünger . .	3,06 „	8,35 „	2,57 „	2,66 „	4,57 „
Stickstoffverlust in Proc.	16,4 Prc.	19,6 Prc.	15,3 Prc.	18,1 Prc.	35,3 Prc.
Asche in Futter und Streu	13,8 Pfd.	33,5 Pfd.	8,4 Pfd.	8,5 Pfd.	20,2 Pfd.
Asche im Dünger . . .	27,3 „	55,1 „	14,2 „	15,0 „	43,0 „
Organische Substanz in Futter und Streu . .	194,6 „	441,1 „	105,2 „	111,9 „	235,7 „
Organische Substanz im Dünger	97,0 „	175,9 „	44,7 „	52,3 „	101,2 „
Organische Substanz nach Procenten	49,9 Prc.	39,9 Prc.	42,5 Prc.	46,8 Prc.	42,1 Prc.

Das absolute Gewicht des feuchten Düngers steht bei gleicher Zeitdauer der Ansammlung desselben in einem geraden Verhältniß zu der Menge des von den Thieren aufgenommenen Wassers; je größer die Menge des letzteren ist, um so beträchtlicher ist auch das Gewicht des producirten Düngers. Es ergiebt sich ferner sehr deutlich, daß der Dünger in den ersten 14 Tagen seiner Ansammlung im Stalle, also kurze Zeit nach

*) Es war bei diesem Versuche der Dünger während seiner Ansammlung mehrmals mit Wasser angefeuchtet worden, das Gewicht des feuchten Düngers ist daher etwas größer, als es ohne direkten Zusatz von Wasser sich gezeigt hatte.

seiner Produktion, die größte Veränderung in der beträcht-lichen Abnahme der Trockensubstanz erleidet; später beschränkt sich die Veränderung des Düngers hauptsächlich auf die Verdunstung des schon ursprünglich vorhandenen oder in Folge des Fäulnißprozesses neu gebildeten Wassers; wahrscheinlich erreicht die Wasserverdunstung bereits nach vierwöchentlicher Ansammlung des Düngers im Stall ihren höchsten Grad, während später die stark zusammengepreßten unteren Schichten nur einer sehr langsamen Veränderung und namentlich Austrocknung unterliegen. Während der dritten, vierten und fünften Periode der Düngerproduktion war das tägliche Futter nach Quantität und Qualität ziemlich gleich; es betrug die Menge der Trockensubstanz im Dünger nach Procenten des Trockenfutters und der Streu bei 14tägiger Ansammlung des Düngers im Stalle in der einen Beobachtung 51,3 Prc., in der anderen 52,2 Prc., dagegen bei 31tägiger Ansammlung 55,7 Prc., im letzteren Falle also sogar etwas mehr als in den beiden ersteren Beobachtungen; jedoch wird diese Differenz aus-geglichen, wenn man den Gehalt des betreffenden Düngers an Mineralstoffen oder Asche gleichzeitig berücksichtigt. In der zweiten Periode der Dünger-produktion blieb der Dünger 61 Tage lang in dem Stalle liegen und gleich-wohl war die Verminderung der Trockensubstanz in Folge der fortschreitenden Fäulniß nur wenig beträchtlicher als in obigen Fällen; es betrug die Trocken-substanz im Dünger 49 Prc. von derjenigen des Futters und der Streu. Nach den Untersuchungen von *Jörgensen* findet man reichlich 60 Prc. von der Trockensubstanz des Futters in dem ganz frischen Dünger (ohne Streu); wenn man, wie oben geschehen ist, die Streu dem Futter zurechnet und auch bei dem Dünger nicht in Abzug bringt, so erhöht sich diese Zahl bis auf reichlich 70 Prc. Da nun nach meinen Beobachtungen die Menge der Trockensubstanz in Dünger und Spreu bereits nach 14 Tagen fast bis auf 50 Prc. sich vermindert hat, so sieht man also, *daß in dieser Zeit über ¼ von der Trockensubstanz des Düngers in Folge des rasch verlaufenden Fäulnißprozesses verschwunden ist.* Mit der Verminderung der Trockensubstanz muß gleichzeitig eine Bildung von Wasser stattgefunden haben, wovon die Folge ist, daß der Dünger in der ersten Zeit seiner Ansammlung sich verhältnißmäßig feucht erhält und erst später nach und nach etwas mehr austrocknet.

Der wichtigste Bestandtheil aller Düngmittel ist der chemisch gebundene Stickstoff, auf dessen möglichst vollständige Erhaltung im Dünger der Land-wirth die größte Sorgfalt verwenden muß, welches besonders dann nothwen-dig sein wird, wenn der Stickstoff, wie in dem gährenden Schafmiste, sehr leicht die Form von kohlensaurem Ammoniak annimmt, wenn ferner in Folge

der höheren Lufttemperatur eine beschleunigte Wasserverdunstung oder ein schnelles Austrocknen des Düngers stattfindet, und endlich wenn bei der Mästung der Thiere den letzteren sehr stickstoffreiche Futtermittel dargereicht werden und also der unter deren Einfluß producirte Dünger eine vorzügliche Qualität besitzt, aber gerade deshalb um so leichter der Gefahr ausgesetzt ist, einen größeren oder geringeren Theil des schnell sich bildenden kohlensauren Ammoniaks durch Verflüchtigung zu verlieren.

Wenn die Schafe mittelst eines nicht sehr stickstoffreichen Futters nur auf einem mittleren lebenden Gewichte erhalten werden, dann scheint die Verflüchtigung des Ammoniaks aus dem Dünger oder der Verlust an Stickstoff nur unbedeutend zu sein und im Durchschnitt kaum mehr als $^1/_6$ der ganzen in Futter und Streu enthaltenen Stickstoffmenge zu betragen und zwar um so weniger, je feuchter der producirte Dünger ist, in Folge der Aufnahme sehr wässeriger Futtermittel. Es war von Interesse, durch direkte Beobachtungen die Höhe des Stickstoffverlustes während der Ansammlung des Düngers im Stalle bei einer reichlichen Fütterung mit stickstoffreichen Futtermitteln, wie mit Rapskuchen und Wickenschrot nachzuweisen, weil hierbei vorzugsweise leicht eine Verflüchtigung von Ammoniak stattfinden kann. In der dritten, vierten und fünften Periode der Düngeransammlung wurden $^2/_3$ bis 1 Pfd. Rapskuchen pro Tag und Kopf verfüttert. In den ersten 14 Tagen nach der Produktion erleidet der Dünger hinsichtlich des absoluten Gehaltes an Trockensubstanz die größte Veränderung, dagegen einen ungleich geringeren Verlust an Stickstoff als in den nächsten 14 Tagen, wie man besonders deutlich aus der durch die chemische Analyse nachgewiesenen Qualität des Düngers in der vierten und fünften Periode der Düngerproduktion ersieht, indem in der letzteren der Stickstoffverlust doppelt so hoch gestiegen ist, als in der ersteren und wirklich $^1/_3$ der ganzen in Futter und Streu enthaltenen Stickstoffmenge beträgt. Die Ursache dieser Erscheinung steht zu dem Feuchtigkeitsgehalte des Düngers in direkter Beziehung. In den ersten 14 Tagen bildet sich in Folge des rasch eintretenden und verlaufenden Gährungsprozesses eine bedeutende Menge Wasser, der Dünger hält sich verhältnißmäßig feucht und verhindert auf diese Weise eine zu schnelle Verflüchtigung des kohlensauren Ammoniaks; sowie aber in der dritten und vierten Woche der Ansammlung des Düngers ein weiteres Austrocknen des letzteren stattfindet, so wird gleichzeitig auch eine sehr bedeutende Verflüchtigung des Ammoniaks sich bemerkbar machen; der überaus stechende ammoniakalische Geruch im Stalle in der fünften Periode der Düngerproduktion zeigte sehr bestimmt jene schnelle Verflüchtigung des Ammoniaks an. Es giebt ein einfaches Mittel, den Verlust des werthvollsten Düngerbestandtheiles bedeutend zu mindern, man

braucht nur dafür zu sorgen, daß der Mist nicht zu stark, nicht bis auf 40 Prc. Trockensubstanz austrocknet, sondern stets auf einem Feuchtigkeitsgehalt von 70 bis 74 Prc. sich erhält. In der dritten Periode war der Dünger mehrmals mit Wasser angefeuchtet worden und hier bemerkt man sehr deutlich einen geringeren Verlust an Stickstoff als in der vierten Periode, obgleich in der letzteren die Zeit der Ansammlung des Düngers und die Art der Fütterung fast genau dieselbe und die Temperatur der Luft sogar noch niedriger war. Eine derartige Anfeuchtung des Schafdüngers in den Ställen, namentlich wenn derselbe in wärmerer Jahreszeit und unter dem Einfluß eines stickstoffreichen Mastfutters producirt wird, findet nicht selten in der Praxis wirklich statt; dieses Verfahren verdient gewiß weitere Nachahmung. Es ist wahrscheinlich, daß die Verflüchtigung des Ammoniaks aus dem Dünger in der dritten und vierten Woche nach dessen Produktion den höchsten Grad erreicht, dieselbe später dagegen sich immer mehr vermindert, indem dann die tieferen und also älteren Schichten der ganzen Düngermasse durch die Ablagerung immer neuer Schichten fast gänzlich der Wechselwirkung mit der äußeren Atmosphäre entzogen sind und dann also jener Verlust nur die in den letzten 2 bis 4 Wochen entstandenen Düngmassen betrifft.

Ueber das **Verhalten der verschiedenen Futterstoffe zu der Quantität und Qualität des unter ihrem Einfluß erzeugten Düngers** möchte es gegenwärtig noch unmöglich sein, genaue und zuverlässige Angaben zu machen; freilich fehlt es nicht an vielfachen Mittheilungen hierüber, welche jedoch nicht immer auf genauen und directen Versuchen und Wägungsresultaten beruhen, sondern oft nur als ungefähre mittlere Schätzungen anzusehen sind. So sollen 100 Kil. der verschiedenen Futterstoffe nach **Veit** an Dünger (mit 75 Prc. Feuchtigkeit) erzeugen:

100 Kil.	Bei dem Rindvieh.	Bei den Schafen.	Bei den Pferden.
Rüben	50 Kil.	25 Kil.	40 Kil.
Klee und Gras . . .	60 „	35 „	40 „
Kartoffeln	70 „	37 „	50 „
Futterstroh	190 „	120 „	140 „
Heu	200 „	125 „	150 „
Körner	200 „	100 „	150 „
Streustroh	220 „	137 „	170 „

Nach **Block** produciren an Dünger:

100 Kil.	Bei dem Rindvieh.		Bei den Schafen.		Bei den Pferden.	
	Frisch.	Trocken.	Frisch.	Trocken.	Frisch.	Trocken.
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
Heu	275	44	123	42	172	43
Roggenkörner	—	—	—	—	212	53
Hafer	—	—	—	—	201	51

100 Kil.	Bei dem Rindvieh. Frisch. Kil.	Trocken. Kil.	Bei den Schafen. Frisch. Kil.	Trocken. Kil.	Bei den Pferden. Frisch. Kil.	Trocken. Kil.
Futterstroh (Häcksel) . .	268	43	117	40	168	42
Kartoffeln	87½	14	38	13	—	—
Runkelrüben	37½	6				
Möhren	37½	6				
Kohlrüben	62	10				
Wasserrüben	34½	4½				
Grüner Klee	65¾	9⅕	37	12⅕		
Streustroh	269	97	206	95	228	96

Schwerz berechnet folgende Zahlen:

100 Kil. Heu	enthalten	100	Th. Trockensubstanz	und geben	175	Kil.	Dünger.
„ „ Futterstroh	„	100	„ „	„ „	175	„	„
„ „ Klee	„	21	„ „	„ „	36¾	„	„
„ „ Kartoffeln	„	28	„ „	„ „	49	„	„
„ „ Runkeln	„	12	„ „	„ „	21	„	„
„ „ Möhren	„	13	„ „	„ „	22¾	„	„
„ „ Kohlrüben	„	22	„ „	„ „	38½	„	„
„ „ Steckrüben	„	10	„ „	„ „	17	„	„

In neuester Zeit sind mehrfach genaue Fütterungsversuche ausgeführt worden, welche den Zweck hatten, die Materialien zu liefern für die endliche Feststellung der Futteräquivalente verschiedener Stoffe, wenn die letzteren unter gewissen äußeren Verhältnissen und Bedingungen einer bestimmten Thiergattung dargereicht werden. Mit derartigen Fütterungsversuchen sind, freilich erst sehr vereinzelt, auch Beobachtungen verbunden worden hinsichtlich des Verhaltens der Futterstoffe zu der Düngerproduktion. Die Frage, welche Verhältnißzahlen als die Düngeräquivalente anzusehen sind, kann erst nach der Festellung der Futteräquivalente und gleichzeitig mit derselben zur völligen Lösung gelangen. Es kann hier zunächst nur die Rede sein von der Quantität des feuchten oder trocknen Düngers, welche erzeugt wird durch ein bestimmtes Gewicht eines Futtermittels; allerdings ist die genaue Bestimmung der Qualität, der chemischen Zusammensetzung des gewonnenen Düngers von nicht geringerer Bedeutung für die landwirthschaftliche Praxis, indessen ist eine solche Bestimmung mit hinreichender Genauigkeit und unter verschiedenen, modificirend einwirkenden Verhältnissen, stets schwierig auszuführen und es scheint aus den bisherigen Untersuchungen sich zu ergeben, daß man die Qualität des Düngers mit genügender Genauigkeit zu berechnen im Stande ist, wenn nur die Menge und Beschaffenheit der dargereichten Futterstoffe durch Wage und chemische Analyse erforscht worden ist und zugleich zuverlässige Angaben vorliegen über die Quantität der außer dem Dünger von den Thieren gewonnenen Produkte, wie der Milch, Butter, des

Fleisches, Talges und der Wolle. Der Stickstoff ist der bei weitem wichtigste und werthvollste Bestandtheil des Düngers, er ist zugleich der Stoff, welcher von allen organischen Elementen, die mit den Nahrungsmitteln in den thierischen Organismus eingeführt werden, in reichlichster Quantität in den Dünger übergeht; wenn auch die verschiedenen Futterstoffe in dieser Hinsicht sich nicht ganz gleichmäßig verhalten, so kann man doch für das erwachsene Thier mit ziemlicher Sicherheit annehmen, daß bei dem Durchgange der Futterstoffe durch den thierischen Körper kaum mehr als $^1/_6$ von der ganzen Menge des chemisch gebundenen Stickstoffes verloren geht, daß selbst bei Milchkühen und Mastvieh dieser Verlust nicht höher sich erhebt als bis zu $^1/_5$ oder $^1/_4$, und nur bei dem Jungvieh vielleicht eine noch größere Menge im Organismus zurückgehalten wird, obgleich hierüber keine genauen Versuche in hinreichender Anzahl vorliegen. Wenn aber bei sorgsamer Behandlung anzunehmen ist, daß die Mineralstoffe des Futters vollständig, der Stickstoff aber im Durchschnitt zu $^4/_5$ in dem Dünger vorhanden sein müssen, je wird man, bei der bekannten Zusammensetzung der gewöhnlichen Futterstoffe, zunächst sich auf die Lösung der Frage beschränken können, wie sich die verschiedenen Futterarten hinsichtlich der Quantität des erzeugten Düngers verhalten. Bei der näheren Erörterung dieser Frage sind nun folgende Momente in Betracht zu ziehen. Es ist bekannt, daß die Futteräquivalente sehr veränderliche Größen sind und daß oft ganz verschiedene Zahlen sich ergeben, je nach dem Mengenverhältniß, in welchem zweierlei Futterstoffe von sehr verschiedener Zusammensetzung, z. B. Heu und Körner oder Heu und Rapskuchen in den thierischen Körper aufgenommen werden, oder bestimmter und richtiger ausgedrückt: das Verhältniß, in welchem die stickstoffhaltigen, sogenannten Proteïnverbindungen oder die plastischen Nährstoffe zu den stickstofffreien Bestandtheilen, den sogenannten Respirationsmitteln stehen, bedingt die Aequivalentzahl des Futterstoffes. Nach den neuesten Versuchen hat sich im Allgemeinen ergeben, daß bei den Schafen, wenigstens bei der Mästung der Thiere, die Aequivalente der gereichten Futterstoffe am höchsten sich herausstellen, wenn das angedeutete Verhältniß etwa wie 1 : 6 ist, daß also bei diesem Verhältnisse die Futterstoffe am meisten ausgenutzt werden. Wenn man die Thiere nur auf ihrem gewöhnlichen Stande zu erhalten wünscht und ihnen neben dem voluminösen Futter, neben Heu, Stroh und Kartoffeln, eine geringe Menge an concentrirtem Futter giebt, so scheinen in diesem Falle die concentrirten, verhältnißmäßig sehr stickstoffhaltigen Stoffe ein noch höheres Futteräquivalent zu zeigen, wenn man jenes Verhältniß zwischen den plastischen blutbildenden Stoffen und den Respirationsmitteln bis auf 1 : 7 ausdehnt. Auf der andern Seite erniedrigen sich die Futteräquivalente, wenn

man dieses Verhältniß zu Gunsten der organischen Stickstoffverbindungen auf 1:5 oder 1:4 rc. erhöht. Je niedriger die Futteräquivalente gefunden werden, desto höher werden die Düngeräquivalente derselben Stoffe sich herausstellen; je mehr die Futterstoffe im thierischen Körper ausgenutzt werden, desto geringer wird das Gewicht der unter dem Einflusse desselben erzeugten Düngmasse sein und umgekehrt. Diese Verhältnisse werden erst dann recht deutlich werden, wenn man alle zu vergleichenden Stoffe auf den wasserfreien Zustand reducirt hat, da nicht selten unter dem Einflusse verschiedener Futterstoffe ganz verschiedene Wassermengen von dem Thiere aufgenommen werden, wodurch das Gewicht des Düngers eine Vermehrung erleiden kann, während die Trockensubstanz an Menge vielleicht abgenommen hat.

Es sind im Jahr 1851 auf dem Societätsgute zu Möckern bei Leipzig unter meinen Augen mehrere Reihen von Fütterungsversuchen mit Schafen ausgeführt worden, welche auch hinsichtlich der durch verschiedene Futterstoffe bedingten Wasseraufnahme und Düngerproduktion einige Beobachtungen zuließen, deren Resultate ich hier mittheilen will. Jede Abtheilung enthielt 3 Thiere, und die dargereichten und verzehrten Futterstoffe waren während der Dauer der ersten Versuchsreihe auf die Weise vertheilt, daß die Abtheilung 1 täglich 3,66 Kil. Heu erhielt, die Abth. 2 bis 5 jede 2 Kil. Heu und 0,75 Kil. des concentrirten Futters; ferner Abth. 6 außer 2 Kil. Heu 3 Kil. Kartoffeln, Abth. 7 dagegen 2 Kil. Heu und 6 Kil. Runkelrüben. In der zweiten Versuchsreihe wurden der Abth. 1 4½ Kil. Heu verabreicht und den übrigen Abtheilungen je 2 Kil. Heu und 1,50 Kil. concentrirtes Futter; in der dritten Versuchsreihe kamen auf Abth. 1 5,25 Kil. Heu, auf die übrigen je 3 Kil. Heu und 1,50 Kil. des concentrirten Futters. Es wurden in diesen verschiedenen Versuchen an Wasser aufgenommen auf:

	I.	II.	III.	Mittel.
100 Kil Heu	152 Kil.	120 Kil.	136 Kil.	136 Kil.
„ „ Roggenschrot . .	106 „	159 „	198 „	154 „
„ „ Roggenkleie . . .	77 „	133 „	165 „	125 „
„ „ Rapskuchen . . .	223 „	186 „	195 „	201 „
„ „ Leinkuchen . . .	220 „	183 „	226 „	210 „
„ „ Gersteschrot . . .	— „	167 „	216 „	191 „
„ „ Haferschrot . . .	— „	107 „	151 „	129 „
„ „ Kartoffeln, frisch .	96 „	— „	— „	96 „
„ „ „ getrocknet	309 „	— „	— „	309 „
„ „ Runkelrüben, frisch .	20 „	— „	— „	20 „
„ „ „ getrocknet	440 „	— „	— „	440 „
Mittlere Temperatur im Stalle .	11°,20 R.	14°,25 R.	12°,30 R	12°,62 R.

In der Versuchsreihe III wurden einer jeden Abtheilung täglich 28 Grm. (2 Lth.) Viehsalz gegeben, woher sich die überall fast gleichmäßig erhöhte Wasseraufnahme erklärt. Bemerkenswerth ist namentlich, daß die Oelkuchen in allen Versuchen stets die Aufnahme des Wassers vermehrten, daß bei der Fütterung von Roggenschrot überall mehr gesoffen wurde, als bei der Fütterung mit Roggenkleien, bei Gerstenschrot stets mehr als bei Haferschrot und daß die Quantität des gegebenen Futters nicht weniger auf die absolute und relative Menge des aufgenommenen Wassers influirt, als die Qualität desselben.

Das Verhalten der verschiedenen Futterstoffe zur Düngerproduktion ist im Folgenden angegeben; bei der ersten Versuchsreihe erhielten die Thiere nur so viel Futter, als nöthig war, um das lebende Gewicht ziemlich unverändert zu erhalten; es hatte am Ende des Versuches in jeder Abtheilung höchstens um 2 bis 3 Kil. (für 3 Thiere zusammen) zu- oder abgenommen, eine Veränderung, welche bei der Düngerberechnung ganz außer Acht gelassen werden konnte.

I. Versuchsreihe.

Vom 24. März bis zum 23. Mai (61 Tage).

	Futterstoffe.			Streustroh.	Menge des aufgenommenen Wassers.	Menge des producirten Düngers.	Verhältniß der Trockensubstanz zum Dung.
	Kil. Heu.	Kil.		Kil.	Kil.	Kil.	
Abth. I.	223 1/2			11 1/2	324 1/2	296 3/4	1 : 1,26
„ II.	122	45 1/2	Roggenschrot	11 1/2	223	233	1 : 1,25
„ III.	122	45 1/2	Roggenkleie	11 1/2	213	209	1 : 1,17
„ IV.	122	45 1/2	Rapskuchen	11 1/2	271 1/2	—	—
„ V.	122	45 1/2	Leinkuchen	11 1/2	263	277	1 : 1,55
„ VI.	122	42	tr. Kartoffeln	19 1/2	309	279	1 : 1,51
„ VII.	122	47	tr. Runkeln	23	387 1/2	324	1 : 1,68

II. Versuchsreihe.

Vom 23. Mai bis zum 1. August (68 Tage).

Abth.			Concentr. Futterstoffe.	Heu.	Streustroh.	Gewichts-Zunahme der Thiere.	Aufgenommenes Wasser.	Menge des Düngers.	Verhältniß des Trockenfutters zum Dünger.
				Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	
I.				305	18	8	383	298	1:0,92
II.	96 1/2	Kil.	Roggenschrot	136	18	13	340	257	1:1,02
III.	96 1/2	„	Roggenkleie	136	18	11 1/2	297	234	1:0,93
IV.	96 1/2	„	Rapskuchen	136	18	11 1/2	371	317	1:1,26
V.	96 1/2	„	Leinkuchen	136	18	12 1/2	380	329	1:1,31
VI.	96 1/2	„	Gersteschrot	136	18	12	343	284	1:1,14
VII.	96 1/2	„	Haferschrot	136	18	11	277	253	1:1,01

III. Versuchsreihe.

Vom 1. August bis zum 14. November.

Abth.	Concentr. Futterstoffe.	Heu.	Streu-stroh.	Gewichts-Zunahme der Thiere.	Aufgenommenes Wasser.	Menge des Düngers.	Verhältniß zwischen Trockenf. u. Dünger.
		Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	
I.		510	28½	11½	686	535	1:0,99
I.	142 Kil. Roggenschrot	271	27	19	649	492	1:1,12
I.	147 „ Roggenkleie	288½	28	25	636	468	1:1,01
V.	145 „ Rapskuchen	270	27½	23½	650	489	1:1,11
V.	150½ „ Leinkuchen	283½	29	21½	731	559	1:1,20
/I.	157½ „ Gersteschrot	306	30	27	756	588	1:1,19
II.	157½ „ Haferschrot	306	30	19½	659	544	1:1,10

Es sind hier die Futterstoffe in ihrem lufttrocknen Zustande, in welchem :e durchschnittlich noch 14—16 Prc. Feuchtigkeit enthalten, in Rechnung ebracht worden, weil diese Methode die in der Praxis meistens übliche ist; wären die Futtermengen vorher auf ihren völlig wasserfreien Zustand reducirt worden, so hätten natürlich die Verhältnisse zu Gunsten der Düngerproduktion :twas höher sich herausgestellt. In der letzten Versuchsreihe wurden gegen Ende des Versuches die Thiere zu verschiedenen Zeiten verkauft, weshalb die aufgenommenen Futtermengen in den einzelnen Abtheilungen Abweichungen zeigen. Es ergiebt sich nun mit großer Klarheit, daß die Temperatur des Stalles einen merklichen Einfluß auf die Quantität des Düngers hat; das Verhältniß des Trockenfutters zu dem gewonnenen Dünger war im Frühjahr = 1:1,405 bei einer Temperatur von 11°,2 R., in der heißen Jahreszeit bei 14°,35 R. = 1:1,084, im Spätsommer bei 12°,30 R. = 1:1,103, im Mittel aber aus sämmtlichen Versuchen = 1:1,197, also ganz übereinstimmend mit Heuzé's Beobachtungen und dem in der Praxis als richtig angenommenen Verhältniß. Daß verschiedene Mengen von mehr oder weniger stickstoffhaltigen Futterstoffen auf die Veränderung des Düngergewichtes in Folge der etwa eintretenden Beschleunigung oder Verlangsamung des Gährungsprozesses keinen wesentlichen Einfluß ausüben, scheint daraus hervorzugehen, weil überall fast ganz gleichmäßig mit der Zunahme der Temperatur das Verhältniß der Düngerproduktion niedriger, bei der Abnahme der äußeren Luftwärme höher geworden ist, ungeachtet Futterstoffe von sehr verschiedenem Stickstoffgehalte aufgenommen wurden. Auffallend ist ferner, daß in der dritten Versuchsreihe durchaus keine Vergrößerung des Düngergewichtes stattgefunden hat, obgleich während der Dauer des Versuches sowohl absolut als relativ überall eine größere Menge Wasser von den Thieren aufgenommen wurde, als bei der Ausführung der zweiten Versuchsreihe; es ist also wahrscheinlich während der Verdauung des Futters eine größere Menge

Wasser in Dunstform aus dem thierischen Körper entwichen. Endlich will ich noch darauf aufmerksam machen, daß in den einzelnen Versuchsreihen die Verhältnisse unter sich sehr geringe Schwankungen zeigen und daß fast ohne Ausnahme die Quantität des aufgenommenen Wassers zu der producirten Düngermenge in einem direkten einfachen Verhältniß steht; wenn mehr Wasser aufgenommen wurde, ist auch dem absoluten Gewichte nach mehr Dünger erzeugt worden.

Aus den obigen Zahlen lassen sich nun mit Leichtigkeit die Verhältnisse berechnen, welche den einzelnen Futterstoffen, für sich isolirt, in der Düngerproduktion zukommen, wobei jedoch zu beachten ist, daß ein etwaiger Fehler bei der Beobachtung des Verhaltens des Heu's zur Düngererzeugung auf die übrigen Verhältnisse vergrößert übertragen wird. Indessen scheinen die Verhältnisse unter sich ziemlich unverändert zu bleiben und deswegen als richtige Mittelzahlen einiges Vertrauen zu verdienen.

				I.	II.	III.	Mittel
				Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
100 Kil.	Heu	haben an Dünger producirt		126,4	92,1	99,4	106,0
„ „	Roggenschrot	„ „ „	„	140,7	119,7	137,7	132,7
„ „	Roggenkleie	„ „ „	„	88,0	95,8	104,7	96,2
„ „	Rapskuchen	„ „ „	„	—	182,4	133,1	157,8
„ „	Leinkuchen	„ „ „	„	237,4	193,8	165,3	198,9
„ „	Gerstschrot	„ „ „	„	—	148,2	161,6	154,9
„ „	Haferschrot	„ „ „	„	—	115,5	133,6	124,6
„ „	Kartoffeln, fr.	„ „ „	„	54,9	—	—	54,9
„ „	„ wasserfrei	„ „ „	„	239,3	—	—	239,3
„ „	Runkeln, frisch	„ „ „	„	38,4	—	—	38,4
„ „	Runkeln, wasserfrei	„ „	„	299,0	—	—	299,0

Die Wasseraufnahme bei der Fütterung mit Oelkuchen ist in der dritten Versuchsreihe nicht so groß gewesen, als dieselbe in Folge der früheren Beobachtungen und im Verhältniß zu der durch die übrigen Futterstoffe bewirkten Wasseraufnahme hätte sein müssen; es sind daher die Aequivalentzahlen für die Oelkuchen in der dritten Versuchsreihe zu niedrig, wie sich deutlich ergiebt, wenn man anstatt des frischen Düngers das Gewicht des völlig wasserfreien Düngers der Berechnung zu Grunde legt. Die Bestimmung des Wassergehaltes des Düngers in den verschiedenen Abtheilungen hat nur bei der dritten Versuchsreihe stattgefunden; die Ergebnisse dieser Untersuchung findet man in der folgenden Tabelle übersichtlich zusammengestellt:

Abtheilung.	Wassergehalt. Prc.	Frischer Dünger. Kil.	Getrockneter Dünger. Kil.		Trockensubstanz. Prc.
I.	71,10	534 1/2	154 1/2	=	28,90
II.	71,08	491 1/2	142 1/2	=	28,92
III.	68,60	468	147	=	31,40
IV.	66,00	488 1/2	166	=	34,00
V.	64,70	558 1/2	197	=	35,30
VI.	70,60	588	173	=	29,40
VII.	68,18	544	173	=	31,82

Es haben also 100 Kil. der lufttrocknen Futterstoffe an wasserfreiem Dünger erzeugt:

Heu	28,7 Kil.	= 100 Prc.
Roggenschrot	40,2 „	= 140,1 „
Roggenkleie	38,1 „	= 132,8 „
Rapskuchen	55,5 „	= 193,3 „
Leinkuchen	71,1 „	= 247,7 „
Gersteschrot	48,6 „	= 169,3 „
Haferschrot	48,6 „	= 169,3 „

Die hier gefundenen Verhältnißzahlen finden sich für Oelkuchen, Roggen- und Gersteschrot in auffallend genauer Uebereinstimmung mit den Zahlen, welche aus den beiden ersten Versuchsreihen für die Düngerproduktion direkt sich ergeben haben; sie zeigen zugleich, daß die oben für Roggenkleie und Haferschrot angegebenen Aequivalentzahlen bei der Betrachtung des wasserfreien Düngers zu niedrig sind, und nur durch die verhältnißmäßig geringere Wasseraufnahme der betreffenden Thiere bedingt sind.

Es wird endlich noch einiges Interesse gewähren, die Futterstoffe auf den völlig wasserfreien Zustand zu reduciren, um sowohl die Quantität an Trockensubstanz zu erfahren, welche in dem Dünger zurückgeblieben ist, als auch das Verhältniß des theils direkt theils mit dem Futter aufgenommenen Wassers zu dem im Dünger enthaltenen festzustellen. Es kann hierbei zunächst nur auf die dritte Versuchsreihe Bezug genommen werden, da nur bei dieser die nöthigen Unterlagen für diese Berechnung gegeben sind.

	Verhältniß des wasserfreien Futters zum wasserfreien Dünger.	Verhältniß des aufgenommenen Wassers zu dem im Dünger enthaltenen.
Heu	1 : 0,36	1 : 0,51
Roggenschrot	1 : 0,48	1 : 0,51
Roggenkleie	1 : 0,46	1 : 0,48
Rapskuchen	1 : 0,66	1 : 0,48
Leinkuchen	1 : 0,82	1 : 0,48
Gersteschrot	1 : 0,43	1 : 0,52
Haferschrot	1 : 0,43	1 : 0,52

Während das Verhältniß in der Trockensubstanz des Futters und des Düngers bei allen Getreidearten sehr übereinstimmend sich darstellt, bemerkt man hinsichtlich der Oelkuchen, namentlich der Leinkuchen eine auffallende Abweichung, welche unter den vorhandenen Verhältnissen eine geringere Ausnutzung der letzteren anzudeuten scheint; dagegen ist die betreffende Zahl bei alleiniger Fütterung mit Heu deutlich niedriger als für alle concentrirten Futterstoffe. Trotz dieser Abweichungen in dem Verhalten der Trockensubstanz ist das Verhältniß des aufgenommenen Wassers zu dem im Dünger gewonnenen überall fast genau dasselbe und zwar im Mittel wie 1 : $^1/_2$.

Die Thatsache, daß unter dem Einfluß von sogenannten concentrirten Futterstoffen, wie von Körnern oder Oelkuchen, mehr feuchter und wie die vorliegenden Beobachtungen beweisen, auch mehr trockner Dünger producirt wird, als unter dem Einfluß einer gleichen Gewichtsmenge von trocknen voluminösen Futtermitteln, wie von Stroh und Heu, bei alleiniger Fütterung der letzteren, diese Thatsache steht anscheinend im Widerspruch mit einer anderen bekannten Thatsache, daß nämlich die concentrirten Futterstoffe eine größere procentische Menge an leicht verdaulichen Substanzen enthalten und daher auch leichter assimilirt, vollständiger ausgenutzt werden müssen, als die verschiedenen Arten des mehr holzigen Rauhfutters. Wenn man das Trockengewicht des Futters mit der Menge des *ganz frischen* feuchten Düngers vergleicht, dann kann das Gewicht des letzteren bei Verabreichung concentrirter Futtermittel aus dem Grunde ein höheres sein, weil unter deren Einfluß erwiesen eine vermehrte Wasseraufnahme stattfindet, der Dünger also auch wässeriger sein muß. Wenn aber das Trockenfutter mit dem wasserfreien Dünger gleich nach dessen Produktion verglichen wird, dann muß nothwendig die Menge der Trockensubstanz im Dünger bei theilweiser Fütterung der Thiere mit concentrirten Futtermitteln eine geringere sein, als bei alleiniger Verabreichung von Rauhfutter. Ganz anders jedoch stellt sich dieses Verhältniß heraus, sobald man, wie hier geschehen ist, die Menge des Trockenfutters mit der Trockensubstanz des Düngers vergleicht, wenn der letztere, nach der allgemein üblichen Sitte, längere Zeit, 2 bis 3 Monate lang, in den Schafställen unter den Thieren angesammelt worden ist; in diesem Falle wird man nach der Fütterung mit Körnern und Oelkuchen verhältnißmäßig mehr Trockensubstanz im Dünger finden, als wenn ein gleiches Gewicht von Rauhfutter den Thieren gegeben wurde. *Die weitere Zersetzung des Schafmistes bei seiner Ansammlung im Stalle ist nämlich je nach der Fütterung eine verschiedene:* der unter dem Einfluß von Futterstroh und Heu producirte Dünger ist im frischen Zustande, in Folge der geringeren Wasseraufnahme der Thiere verhältnißmäßig trocken und bildet eine lockere Masse, die

namentlich in der ersten Zeit seiner Ansammlung (ähnlich dem Pferdemiste) eine sehr rasche Zersetzung und daher auch eine beträchtliche Verminderung in der Trockensubstanz erleidet. Dagegen wird der feuchtere, unter dem Einfluß der concentrirten Futtermittel producirte frische Dünger weit fester zusammengetreten, wodurch wie auch schon in Folge des größeren Gehaltes an Wasser der Zutritt der Luft mehr abgeschlossen ist und der Gährungsprozeß sehr verlangsamt wird. Es muß daher, wie auch die obigen Versuche und anderweitige Beobachtungen bestätigen, schon im Verlauf von etwa 4 Wochen nach der Bildung des Düngers der letztere nach der Fütterung mit Körnern mehr Trockensubstanz enthalten als bei alleiniger Heufütterung; es müssen aus demselben Grunde die Oelkuchen mehr Dünger produciren als die Getreidekörner. Wie sehr auf den mehr oder weniger raschen Verlauf des Gährungsprozesses der Wassergehalt der Futtermittel oder die Gesammtmenge des von den Thieren als Tränke und mit dem Futter aufgenommenen Wassers, mithin der ursprüngliche Wassergehalt des frischen Düngers influirt, zeigt sich auch, wenn man die Menge des bei diesen Versuchen producirten trocknen Düngers mit derjenigen vergleicht, welche bei den weiter oben mitgetheilten Beobachtungen unter dem Einfluß einer starken Rübenfütterung in einem gleich langen Zeitraume von einer gleichen Anzahl Thiere derselben Race erzeugt worden war.

Vergleicht man die oben aus der Untersuchung von Jörgensen mitgetheilten Zahlen hinsichtlich des Verhältnisses der Trockensubstanz und des Wassers im Futter und in den frischen Excrementen mit den hier bei einem Dünger gefundenen Zahlen, welcher durch 3 bis 4 monatliches Ansammeln im Stalle bei ziemlich hoher Lufttemperatur producirt worden war, so sieht man, daß die Menge der Trockensubstanz für die frischen Excremente sich ungleich höher herausstellt, als für den älteren Dünger. Es ist nämlich für 100 Kil. Trockensubstanz des Heu's die des Düngers durch den Gährungsprozeß von 62 bis auf 36, also fast um die Hälfte erniedrigt worden, für 100 Theile des aufgenommenen Wassers dagegen von 69 auf 50, also nur etwa um ein Viertel. Dabei ist freilich zu beachten, daß während des Fäulnißprozesses bei der Zersetzung der Holzfaser eine nicht unbedeutende Quantität Wasser neu gebildet und hierdurch also die Menge des ursprünglich vorhandenen vermehrt worden ist. Jedenfalls scheint aber aus diesen Zahlenverhältnissen sich zu ergeben, daß auch bei dem Liegen und Ansammeln des Düngers in den Ställen der Gährungsprozeß, wenigstens bei dem Schafdünger, mit kaum geringerer Schnelligkeit, wenn auch gewöhnlich mit größerer Gleichförmigkeit verläuft, als bei der Behandlung des Mistes auf der Düngerstätte.

Auch Henneberg hat Beobachtungen angestellt über den Einfluß verschiedener Futterstoffe auf die Quantität des erzeugten Düngers. Es wurden 5 Abtheilungen, jede aus 8 Schafen bestehend, zum Versuche aufgestellt. Futter, Einstreu und Düngermenge ersieht man aus der hier mitgetheilten Tabelle.

	I. Kil.	II. Kil.	III. Kil.	IV. Kil.	V. Kil.
Luzerneheu	437½	335	313	317	—
Kartoffeln	—	387	387	—	—
Leinkuchen	—	—	14	37	—
Heu von Timotheegras	—	—	—	—	406¾
Streustroh	93¾	93¾	93½	93½	93½
Dünger	732¾	770	779	683	534½
Dünger, nach Abzug des Streustrohes .	639	676	685½	589½	441

Der Versuch dauerte vom 14. November bis zum 21. December, also 37 Tage; die Düngerproduktion wurde auch in einem zweiten Zeitraume vom 21. December bis zum 21. Januar bestimmt, während welcher Zeit dasselbe Futter gegeben wurde und die mittlere Temperatur im Stalle ebenso wie während der Dauer des ersten Versuches c. 9° R. betrug. Henneberg berechnet aus den gefundenen Wägungsresultaten für die einzelnen Futterstoffe folgende Aequivalentzahlen hinsichtlich der Düngerproduktion:

		I.	II.
100 Kil. Heu von Timotheegras	producirten an Dünger	108 Kil.	— — Kil.
— „ Luzerneheu	„ „ „	146 „	— 145 „
— „ Kartoffeln	„ „ „	41 „	— 32 „
— „ Leinkuchen	„ „ „	329 „	— 261 „

Diese Zahlen stimmen annähernd mit den von mir gefundenen überein; um die genauere Vergleichung möglich zu machen, hätte freilich der Wassergehalt des Düngers bestimmt werden und der jedesmalige Versuch längere Zeit als einen Monat dauern müssen. Die von Thomson bei Kühen angestellten Beobachtungen hinsichtlich der Düngergewinnung unter dem Einfluß verschiedener Futterstoffe haben sich meistens über einen zu kurzen Zeitraum erstreckt, als daß sie für die Praxis genaue Anhaltepunkte zu liefern vermöchten. Auch beziehen sich diese Versuche nur auf die Gewichtsbestimmung des völlig frischen Mistes, indem dieser täglich, frei von Streumaterialien, gesammelt wurde, so daß also der Gährungsverlust hier nicht in Anrechnung gebracht werden konnte. Die Milcherträge waren ziemlich bedeutend, nämlich 11—12 Kil. täglich während der ganzen Dauer der Versuche (3½ Monat), woraus vielleicht sich erklärt, daß das Verhältniß des trocknen Mistes zum

wasserfreien Futter so auffallend niedrig gefunden wurde; es war nämlich dieses Verhältniß im Mittel = 35 : 100, während aus Boussingault's Versuchen dasselbe = 47 : 100 sich ergab. Ich stelle hier die Ergebnisse zusammen, ohne weitere Betrachtungen an dieselben anzuknüpfen.

	Gewicht des Futters.	Gewicht des Düngers.	Dauer des Versuches.	Verhältniß des Trockenfutters zum tr. Miste.
Gras von Lolium perenne	723 Kil.	524 Kil.	14 Tage.	100 : 33,6
Heu	227 „	640 „	16 „	100 : 43,6
Gerste	72 „			
Heu	205 „	618 „	16 „	100 : 31,6
Gerstemalz	85 „			
Heu	134 „	425 „	10 „	100 : 38,6
Gerste	45 „			
Melasse	13 „			
Heu	134 „	394 „	10 „	100 : 34,6
Gerste	40 „			
Leinsamen	20 „			
Heu	73 „	192 „	8 „	100 : 31,5.
Bohnenmehl	30 „			

Wenn das Gewicht des jährlich in einer Wirthschaft erzeugten Düngers mit Genauigkeit durch Rechnung festgestellt werden sollte, so würde es hierzu nicht genügen, die Menge und Beschaffenheit der den Thieren gegebenen Futterstoffe zu kennen, sowie den Verlust, welchen die letzteren an Trockensubstanz bei ihrer Umwandlung in Dünger erleiden; es sind ferner für eine solche Berechnung noch die Veränderungen in Betracht zu ziehen, welchen der frische Dünger bei einer gewissen Art der Behandlung, unter gewissen Temperaturverhältnissen in einer bestimmten Zeitperiode unter dem Einfluß des Gährungsprozesses unterworfen ist. Es ist allgemein bekannt, daß der Dünger bei dem Liegen auf der Miststätte, wie an Volumen, so auch an seinem absoluten Gewichte mehr oder weniger bedeutend verliert. Um ein Bild zu geben von der **allmäligen Umänderung der frischen Düngmasse während eines gleichmäßig fortschreitenden Gährungsprozesses**, theile ich hier zunächst die Resultate mit, welche der Florentiner Gazzeri bei seinen Versuchen erhielt, die er über die Gährung des Pferdemistes anstellte. Er brachte c. 20 Kil. des frischen Düngers in ein kupfernes Gefäß, stellte dasselbe an einen vor Wind und Wetter geschützten Ort, umwickelte es mit Stroh und bedeckte es mit einer groben Leinwand, auf welche ebenfalls eine Schicht Stroh gelegt wurde. Zu verschiedenen Zeiten wurde das absolute Gewicht und die Verhältnisse der vorherrschenden Bestandtheile bestimmt.

Tag der Beobachtung.	Gewicht des Düngers.	Wasser.	Holzfaser.	Weiche Substanz.	Auflösliche Substanz.	Gewicht bei jeder Beobachtung.	Abnahme des Gewichts
21. März	100,00	70,81	15,33	11,24	2,67	100,00	—
18. Mai	100,00	68,24	15,99	13,41	2,33	72,97	27,03
18. Juni	100,00	69,58	15,08	12,75	2,36	69,72	30,28
6. Juli	100,00	68,34	14,66	14,41	2,58	64,66	35,34
18. Juli	100,00	66,51	14,00	15,67	2,81	45,19	54,81

Es hatte also der Pferdedünger nach diesen Versuchen im Verlaufe von 119 Tagen über die Hälfte seines Gewichtes verloren, ein Verlust, der ohne Zweifel noch bedeutender gewesen wäre, wenn, wie gewöhnlich, die Luft und Sonnenwärme freien Zutritt zum Dünger gehabt hätten. Der Rindviehdünger ist diesem Verluste nicht in gleich hohem Grade unterworfen, wie der Pferdedünger, wenn beide gleich lange Zeit denselben äußeren Verhältnissen ausgesetzt sind. So fand Koerte, daß der frische Rindviehdünger auf der Düngerstätte, also den atmosphärischen Einflüssen überlassen, nach folgendem Verhältniß sein Volumen vermindert:

Nach	81	Tagen	waren	73,3	Prc.	des ursprünglichen Volumens vorhanden.
„	254	„	„	64,3	„	„ „ „ „
„	284	„	„	62,5	„	„ „ „ „
„	339	„	„	47,2	„	„ „ „ „

Nach Weit mindern sich 100 Kil. frischer Rindviehmist in 8 bis 10 Wochen auf 77 Kil. halbzersetzten und abermals nach 10 bis 12 Wochen auf 55 Kil. nun völlig ausgegohrnen, speckigen Mist und so auch das Volumen in gleichem oder noch etwas größerem Verhältnisse. Hlubeck bemerkt, daß der frische Stallmist gleich in den ersten Tagen, wenn die Bedingungen der Gährung in einem günstigen Grade wirken, einen Verlust von 5 Prc. erleidet, welches jedoch nach Schlipf nur dann der Fall ist, wenn der Dünger zu hoch, z. B. 5 Fuß und darüber auf der Miststätte aufgeschichtet worden ist. Ist die Gährung so weit vorgeschritten, bis die Streumaterialien mürbe geworden sind, dann beträgt der Verlust, wie Hlubeck behauptet, 15 bis 16 Prc., also etwa $1/6$; ist der Stallmist zum Theil speckig, die Streumaterialien aber noch nicht humusartig geworden, dann beträgt der Verlust 25 Prc. oder $1/4$; hat die rasche Gährung ihr Ende erreicht und tritt an ihre Stelle der Prozeß, den man mit dem Worte Verwesung bezeichnet und kann von dem organischen Gefüge der Streumaterialien nichts mehr wahrgenommen werden, dann hat der Stallmist einen Verlust von 50 Prc. oder der Hälfte seines ursprünglichen Gewichtes erlitten.

Im Allgemeinen kann man den vorliegenden Beobachtungen und direkten Versuchen zufolge annehmen, daß der Stallmist, wenn derselbe auf der Miststätte in einem Zeit-

raume von 2 bis 3 Monaten angesammelt worden ist, bei zweckmäßiger Behandlung an Gewicht und Volumen einen Verlust von 1/5 bis 1/4 der ursprünglichen Masse erleidet; durch wiederholtes Ueberstreuen mit Erde und humosen Substanzen kann dieser Verlust noch vermindert werden. In welchem Grade der in dem Stalle sich anhäufende Rindviehdünger während eines zwei- bis dreimonatlichen Liegens daselbst eine Gewichtsveränderung erleidet, ist aus den oben mitgetheilten direkten Versuchen ersichtlich; bei dem Schafdünger ist dieser Verlust gewiß wenigstens ebenso beträchtlich als bei der Behandlung desselben auf der Miststätte, welcher Verlust allerdings im Sommer bei höherer Lufttemperatur beträchtlicher wird, als während des Winters.

Am Schluß dieses Kapitels will ich der von Boussingault in Vorschlag gebrachten Methode der Düngerberechnung noch in der Kürze Erwähnung thun. Es wird der Stickstoffgehalt der Futtermittel der Rechnung zu Grunde gelegt und als mittleres Resultat aus zahlreichen Bestimmungen in dem trocknen Hofdünger 2 Prc. Stickstoff angenommen. Es besteht z. B. die tägliche Nahrung eines Pferdes aus folgenden Stoffen:

10 Kil.	Heu	enthalten	115 Grm. Stickstoff.
5 „	Hafer	„	90 „ „
5 „	Stroh	„	20 „ „
2 „	Streustroh	„	7 „ „
			232 Grm.

Es müßten, wenn gar kein Verlust an Stickstoff stattgefunden hätte, von dem Pferde täglich 11,6 Kil. trockner Dünger producirt worden sein; da aber den Versuchen zufolge durch Ausathmung und Schweiß bei der Kuh und dem Pferde im Mittel 23 bis 27 Grm. Stickstoff täglich aus dem Körper entweichen und also als Bestandtheil des Düngers verloren gehen, so wird hierdurch das Gewicht des letzteren im trocknen Zustande um 1,25 Kil., also auf 10,3 Kil. reducirt. Bei der Kuh ist dieser Verlust an Stickstoff noch ungleich beträchtlicher, da ein so großer Theil desselben in die Milch übergeht. Bei einer gleichen Menge ähnlicher Nahrung muß daher die Kuh weniger Trockensubstanz im Dünger liefern als das Pferd. Eine Kuh lieferte täglich 10 Liter oder 10,35 Kil. Milch und verzehrte ein Aequivalent von 15 Kil. Heu.

15 Kil.	Heu	enthalten	173 Grm. Stickstoff.
2 „	Streustroh	„	8 „ „
			181 Grm.

181 Grm. Stickstoff entsprechen nun 9 Kil. trocknen Düngers; da aber in 24 Stunden zur Respiration 25 Grm. und zur Bildung von 10,35 Kil. Milch 52 Grm. Stickstoff verwendet worden sind, so bleiben für den Dünger

in Wirklichkeit nur 104 Grm. übrig, welche mit der Streu 5,2 Kil. trocknen Dünger liefern. Ein Kalb von 6 Monaten verzehrte täglich 4,33 Kil. Heu, worin 69,3 Grm. Stickstoff enthalten sind; in den Excrementen fanden sich 54,3 Grm. Stickstoff, woraus also folgt, daß von dem Kalbe in 24 Stunden 15 Grm. Stickstoff theils ausgehaucht, theils im Körper fixirt wurden. Boussingault nimmt hiernach an, daß von 100 Kil. verzehrten Heu

ein Pferd	im Dünger ein Aequivalent von 51 Kil. Trockensubstanz liefert,					
eine Milchkuh	,, ,, ,, ,, ,,	32	,,	,,	,,	
ein Kalb von 6 Monaten	,, ,, ,,	40	,,	,,	,,	

Da nun in einer Wirthschaft außer Milch und Dünger noch eine beträchtliche Menge Fleisch producirt wird, so ist auch der durch dasselbe gebundene Stickstoff bei der Düngerproduktion in Rechnung zu ziehen. Boussingault nimmt (wohl zu hoch) an, daß in 100 Kil. des lebenden Gewichtes bei den verschiedenen hier in Betracht kommenden Thieren 3,64 Kil. Stickstoff enthalten sind; 100 Kil. Zunahme des lebenden Gewichtes der Thiere entziehen daher dem Gute 180 Kil. trocknen oder 700 bis 800 Kil. feuchten Stallmist.

Aus den Nahrungsmitteln, die auf einem Gute verzehrt werden, wird man also auf die wirkliche Menge des zu producirenden Düngers schließen können, wenn man von der Gesammtmenge des Düngers, den die Nahrungsmittel hätten liefern müssen, die Quantität in Abzug bringt, welche durch den ausgehauchten oder assimilirten Stickstoff repräsentirt wird. In den Kuhställen kann ein Verlust an Dünger durch Beobachtung der nöthigen Vorsichtsmaßregeln vermieden werden; bei den Pferden nimmt man gewöhnlich an, daß $^1/_3$ oder $^1/_4$ des Düngers durch Verschleppen außerhalb des Stalles verloren geht. Zur Bestätigung und näheren Begründung der in Vorschlag gebrachten Berechnungsmethode theilt Boussingault die Zahlen mit, welche zur Berechnung des im Winter 1841 und 1842 auf seinem Gute Bechelbronn im Elsaß gesammelten Düngers dienen können.

			Gewicht der Futterstoffe. Kil.	Stickstoff im Futter. Kil.
16 Stück	Kühe,	Heu oder dessen Aequivalent . .	87600	1007
11 ,,	Jungvieh,	,, ,, ,, ,, . .	10738	123
		Streu	16425	49
27 ,,	Pferde,	Heu oder dessen Aequivalent . .	147825	1700
		Streu	20870	63
	Schweine,	Kartoffeln.	45264	165
		Roggen	615	11
		Erbsen	492	19
		Streu	3650	11
		Stickstoff der Nahrungsmittel und der Streu		3148 Kil.

		Gewicht der Produkte. Kil.	Stickstoff in den Produkten. Kil.
Im Kuhstall.	Erzeugtes Gewicht der Thiere .	3326	120
	Milch	15786	79
	Ausgehauchter Stickstoff . .	—	246
„ Pferdestall.	Erzeugtes Gewicht der Thiere .	684	25
	Verlust bei der Arbeit außerhalb	—	425
	Ausgehauchter Stickstoff . .	—	246
„ Schweinestall.	Erzeugtes Gewicht der Thiere	1025	37
	Ausgehauchter Stickstoff . .	—	18
	Nicht in den Dünger übergegangener Stickstoff		1196 Kil.

Ihrem Stickstoffgehalte nach hätten also die Nahrungsmittel und die Streu

an feuchtem Stallmist erzeugen müssen	767,800 Kil.
der fixirte und ausgehauchte und im Pferdedünger theilweise verschleppte Stickstoff repräsentirt	291,700 „
wirklich also mußten sich vorfinden	476,100 Kil.

Erfahrungsmäßig wurden auf dem genannten Gute aus dem angegebenen Futterquantum ungefähr 500,000 Kil. erhalten, also eine Menge, welche von der durch Rechnung gefundenen nicht sehr abweicht, und ebenfalls mit dem Resultate der Berechnungsmethode übereinstimmt, nach welcher die Quantität des Trockenfutters mit 2 zu multipliciren ist, um das Gewicht der producirten Düngermenge zu erhalten. Es war nämlich an Trockenfutter und Streu 233,000 Kil. verabreicht worden, welche in 466,000 Kil. Dünger sich hätten umwandeln müssen.

II. Behandlung der Bei- oder Nebendüngmittel vor deren Anwendung.

Nachdem wir die bei der Bereitung und Anwendung des Haupt-, Hof- oder Stalldüngers in Betracht kommenden praktisch wichtigen Fragen einer ausführlichen Besprechung unterworfen haben, wird es jetzt unsere Aufgabe sein, hinsichtlich der Neben- und Beidüngmittel ähnliche Betrachtungen anzustellen und namentlich die Mittel zu beleuchten, durch welche die Sicherheit des Erfolges erhöht werden kann. Die käuflichen concentrirten Düngstoffe müssen nämlich vor ihrer Anwendung einer gewissen Behandlung unterworfen werden, theils um das Ausstreuen und die gleichmäßige Vertheilung über eine große Fläche des Feldes zu erleichtern, theils um die in ihnen vorhandene, oft aber zu stark gebundene Nahrungskraft mehr zu lösen und den Pflanzen schneller und leichter zugänglich zu machen, theils endlich um die Verflüchtigung oder das Auslaugen besonders wichtiger Bestandtheile möglichst zu verhindern. Ich werde nur solche Mittel und Vorschläge berücksichtigen, welche bereits bei der Anwendung im Großen sich bewährt haben; auch will ich Erfolge mit-

theilen, die man von jenen Düngstoffen erzielt hat, ohne jedoch außer Acht zu lassen, daß diese Erfolge an gewisse äußere Bedingungen geknüpft sind und daß ein einzelnes bestimmtes Verfahren niemals für alle Verhältnisse gleich zweckmäßig und empfehlenswerth sein kann.

1. Behandlung der Latrine.

Bereitung von Poudrette und Uraten.

Mit dem Worte *Latrine* bezeichne ich den Inhalt der Abtritte, wie derselbe vorzugsweise in den Städten als ein Gemenge von flüssigen und festen Stoffen sich ansammelt; nach der Art der Verarbeitung dieses rohen Materials erhält das Produkt entweder den Namen *Poudrette* oder Urat. Wird nämlich die Latrine ohne Anwendung künstlicher Wärme, entweder durch unmittelbares Verdunsten an der Luft und Sonne oder nachdem die flüssigen und flüchtigen Düngstoffe durch Zusatz von gewissen mechanisch oder chemisch wirkenden Mitteln in einen mehr gebundenen Zustand versetzt worden sind, als eine trockne pulverförmige Masse dargestellt und in den Handel gebracht und also eine Art von concentrirtem Compostdünger bereitet, so ist für ein solches Fabrikat die Benennung Poudrette schon seit langer Zeit üblich und allgemein angenommen; wenn dagegen künstliche Wärme in Anwendung kommt und in besonders hierzu eingerichteten Fabriken vorzugsweise die vorher flüssigen Düngstoffe auf eine trockene Form zurückgeführt werden, wenn auf diese Weise ein sehr concentrirtes und intensiv kräftig wirkendes Düngmittel gewonnen wird, so scheint dieses mit dem Worte Urat am passendsten bezeichnet zu werden. Das letztere Fabrikat wird häufig auch „künstlicher Guano" genannt, weil es dem natürlichen Guano nach Werth und Wirkung ähnlich sich verhält; da aber der Ursprung und die Gewinnung beider Düngmittel gänzlich verschieden ist, so muß auch jene Benennung als unrichtig verworfen werden.

Nur in seltenen Fällen findet die *Latrine* in ihrer *ursprünglichen Form* eine direkte Anwendung in der Landwirthschaft. Wenn dieser Düngstoff aus einer benachbarten Stadt zur Unterstützung des Ackerbaues verwendet wird, so ist es natürlich, daß man demselben eine Form zu geben sucht, in welcher das Ausstreuen und die Vertheilung über Acker oder Wiese erleichtert oder oft erst möglich wird. Man erreicht den angedeuteten Zweck am einfachsten entweder durch die Verdünnung mit Wasser und das Ausgießen im völlig flüssigen Zustande oder durch Beimischung von Erde und Bereitung eines kräftigen Compostes. Der Zusatz von Wasser kann im Großen nur an den Orten gebräuchlich sein, wo der Ackerbau sehr intensiv betrieben wird, indem die Anwendung eines solchen flüssigen Düngers stets schon durch die Trans-

portkosten theuer wird. Die mit Wasser verdünnte Latrine ist unter dem Namen des **Flamändischen Düngers** bekannt. Jeder Gutsbesitzer im französischen Flandern, sagt **Corbier**, baut in der Nähe des Hofes eine gewölbte Grube; der Boden derselben ist mit Sandsteinen gepflastert und die Seitenwände, welche das Gewölbe tragen, ebenso wie das Gewölbe selbst von gebrannten Steinen aufgemauert. Man bringt an diesem Behälter zwei Oeffnungen an, von denen die, welche zum Einbringen der Materialien bestimmt ist, in der Mitte der Wölbung, die andere kleinere, welche dazu dient, der in Gährung begriffenen Masse die nöthige Luft zuzuführen, in der nach Norden gelegenen Mauer befindlich ist. So oft die Feldarbeiten es erlauben, gehen die Geschirre nach der Stadt, um die Latrine einzukaufen, welche dann in die Gruben gebracht wird und hier gewöhnlich mehrere Monate liegen bleibt, ehe man den Dünger auf den Acker bringt. Der von **Boussingault** und **Payen** untersuchte Flamändische Dünger besaß eine gelblich grüne Farbe und einen Geruch nach Schwefelwasserstoff-Ammoniak. Nach **Kuhlmann** erkennt man die Güte des Düngers an seinem Geruch, seiner klebrigen Beschaffenheit und seinem salzigen und scharfen Geschmacke. Wenn die Latrine zu sehr mit Wasser verdünnt und überhaupt nur in geringer Menge vorhanden ist, so rührt man mit der flüssigen Masse auch gepulverte Oelkuchen zusammen. In Lille kostet der Hectoliter (etwa 100 Quart) 2 Sgr. Auch in England hat man an einigen Orten mit Erfolg versucht, der Anwendung des Düngers in flüssiger Form eine größere Ausdehnung zu verschaffen; nicht allein daß man auf manchen Gütern die in der Wirthschaft selbst erzeugte Jauche mit Wasser verdünnt, durch Röhrenleitungen und Schläuche und mit Hülfe einer kleinen Dampfmaschine über die Felder vertheilt, man verwendet zu demselben Zwecke auch die Latrine und andere Abfälle der Städte, welche entweder an sich schon flüssig sind oder deren vorzugsweise düngende Substanzen mittelst Wasser ausgelaugt werden. Die sogenannten **Sewerwater** werden in den nächsten Umgebungen großer Städte zur Bewässerung und Befruchtung vorzugsweise der üppigen Grasländereien Englands verwendet, indem auch hierzu die nöthigen Röhrenleitungen angelegt worden sind. Immer aber ist in den volkreichen Städten Englands, ebenso wie fast überall bei uns in Deutschland große Klage über noch bestehende sehr mangelhafte und oft selbst der Gesundheit der Einwohner nachtheilige Einrichtungen und Vorkehrungen, wie über den empfindlichen Verlust, welchen die Landwirthschaft durch die Vergeudung von werthvollen Düngstoffen in den Städten erleidet. Zahlreiche Vorschläge sind gemacht worden, um die Sewerwater London's und Edinburgh's oder die in ihnen aufgelösten Stoffe in eine feste versendbare Form zu bringen, ohne daß dieses bis jetzt in genügender Weise erreicht worden wäre.

1. Die Kohle, besonders die Torfkohle; sie wirkt aber nur absorbirend gegen gasförmige Stoffe, nicht auf die in Wasser gelösten Stoffe. Anderson fand in der mit flüssiger Latrine behandelten Torfkohle nur 0,88 Prc. Stickstoff, während die Torfkohle für sich allein 0,87 Prc. enthielt, woraus zu entnehmen ist, daß diese Substanz als Absorptionsmittel keinen Werth hat. Die Kohle kann hinsichtlich der in einer Flüssigkeit suspendirten festen Stoffe nur als Filter dienen und als ein Mittel, um die gesammelten festen Stoffe leichter zu trocknen. Zu diesem Zweck würden aber billigere Stoffe mit größerem Vortheile und mit gleichem Erfolge angewandt werden können. Wirkliche Empfehlung aber scheint die Anwendung von Torfkohle zu verdienen nicht sowohl zur Absorption von festen Stoffen, welche in einer sehr verdünnten Flüssigkeit aufgelöst sich befinden, sondern als ein Mittel, die schon mehr dickflüssigen oder im breiigen Zustande befindlichen Massen in eine versendbare Form zu bringen. Rogers, der in Irland und England die Verwendung der Torfkohle für den in Rede stehenden Zweck besonders eifrig zu verbreiten sucht, mischt zwei Theile Torfkohle mit einem Theil der aus flüssigen und festen Substanzen bestehenden Latrine und behauptet, daß das Fabrikat kaum irgend einen unangenehmen Geruch noch besitzt und sofort versendet werden kann. Eine Probe des von Rogers verfertigten Fabrikats enthielt nach einer Analyse von Bailey:

	Prc.
Feuchtigkeit	30,66
Stickstoff	4,89
(oder 5,92 Prc. Ammoniak)	
Organische Substanz und Kohle	55,23
Unorganische Substanz	9,22
(worin 0,63 Prc. Phosphorsäure)	
	100,00 Prc.

Eine derartige Zusammensetzung des betreffenden Fabrikates ist nur denkbar, wenn ganz frische Excremente zur Verarbeitung verwendet werden und auch diese müssen von besonders kräftiger Beschaffenheit gewesen sein. Nesbit berechnet als Trockensubstanz der jährlich von einem erwachsenen Menschen gelieferten festen und flüssigen Excremente etwa 40 Kil. (Düngerwerth nach Nesbit 2 Thlr. 10 Sgr.), in welchen in 100 Th. zugegen sein sollen:

	Prc.
Stickstoff (Ammoniak = 19,80 Prc.)	16,33
Organische Substanz	65,62
Unorgan. Substanz (enthaltend 3,07 Prc. Phosphorsäure)	18,05
	100,00.

Man sieht, daß diese Flüssigkeiten verhältnißmäßig sehr wenig Düngstoff enthalten; es läßt sich berechnen, daß in London die menschlichen Excremente allein durch das in den Haushaltungen verbrauchte Wasser bis auf das 1400fache Gewicht verdünnt werden und ähnliche Verhältnisse mögen auch in großen Städten des Kontinents beobachtet werden, wo, wie z. B. in Hamburg, ähnliche Einrichtungen bestehen. Ferner bemerkt man aus den obigen Analysen, daß fast die ganze Menge werthvoller Substanzen, namentlich das Ammoniak, in der Flüssigkeit aufgelöst vorkommt; die unlösliche Masse besteht aus den durch Fäulniß veränderten Fäces, woraus die besseren Bestandtheile fast ganz entfernt sind. Aus den frischen Fäces wird von den Stickstoffverbindungen nur ein geringer Theil durch Behandlung mit Wasser aufgelöst; erst bei der Fäulniß nimmt die ganze Menge des vorhandenen Stickstoffes die Form von Ammoniak an. Way fand in verschiedenen Proben von frischen Fäces:

	Trocken.			Feucht.		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.
	Prc.	Prc.	Prc.	Prc.	Prc.	Prc.
Im natürlichen Zustande . .	5,81	4,95	6,00	1,36	1,34	1,49
Nach dem Auswaschen . .	4,61	4,71	4,21	1,08	1,27	1,06

Wenn daher die Fäces durch Wasser fortgespült werden, so müssen sie eine mehr oder weniger vollständige Fäulniß und Zersetzung erleiden, je nach der Dauer der Zeit, während welcher sie mit der Flüssigkeit in Berührung bleiben. Aus dem Sewerwater von Croydon, einer kleinen englischen Stadt, wurde durch Filtration eine feste Masse gewonnen, welche noch ziemlich die Zusammensetzung der frischen Fäces hatte:

	Trockne Substanz. Prc.	Asche. Prc.
Organ. Subst. mit 3,27 Prc. Stickstoff	77,42	—
Unlösliche sandige Masse	13,49	59,72
Eisenoxyd	1,95	8,62
Kalk	2,56	11,32
Magnesia	0,69	3,04
Phosphorsäure	2,73	12,11
Schwefelsäure	0,25	1,12
Chlorkalium	0,63	2,79
Chlornatrium	0,28	1,28
	100,00	100,00

Die Mittel, welche in Vorschlag und versuchsweise in Anwendung gekommen sind, um werthvolle Düngstoffe aus sehr verdünnten Lösungen, z. B. aus dem Sewerwater oder dem flüssigen Inhalte der Abtritte abzuscheiden und in festere unlösliche Verbindungen überzuführen, sind die folgenden:

Eine werthvollere Masse erhält man, wenn man den frischen Urin mit etwas Kalkmilch versetzt; der dann gebildete Niederschlag enthielt nach Stenhouse:

	Prc.
Kalk	44,96
Magnesia	1,32
Phosphorsäure	40,18
Organische Substanz	13,54

An Stickstoff wurde in einem Niederschlag fast 2 Prc., in einem andern nur 0,88 Prc. gefunden. In Hohenheim fand Dietlen in der Substanz, welche nach Zusatz von 2 Prc. Kalkhydrat zu einem frischen Urin sich gebildet hatte, nach dem Trocknen 9,85 Prc. Phosphorsäure oder 21,35 Prc. phosphorsauren Kalk und 1,01 Prc. Stickstoff; Wackentin fand in dem trocknen Niederschlag nach Zusatz von 1 Prc. Kalkhydrat zu dem schon etwas gefaulten Urin 37,59 Prc. phosphorsauren Kalk und nach Zusatz von ½ Prc. Kalkhydrat 55,31 Prc. phosphorsauren Kalk, außerdem in beiden Fällen etwa 17 Prc. Glühverlust, aber keinen Stickstoff. Es ergiebt sich aus diesen Untersuchungen, daß ½ Prc. Kalkhydrat genügt, um die ganze Menge Phosphorsäure aus dem frischen Urin auszuscheiden, daß der dadurch gebildete Niederschlag nur unbedeutende Mengen von Stickstoff enthält und daß der Niederschlag um so werthloser ist, je weiter die aufgelösten Stoffe in der Fäulniß vorgeschritten sind und jemehr überhaupt an Kalkhydrat zu der Flüssigkeit hinzugefügt wird. Sehr empfehlenswerth ist der Zusatz von 1 bis 2 Prc. Kalkhydrat, wenn man den frischen Urin längere Zeit vor der Fäulniß schützen und die organischen Stickstoffverbindungen in demselben conserviren will, so daß der Urin selbst nach mehreren Wochen ohne beträchtlichen Verlust an Ammoniak zur Trockne abgedampft werden kann. Es ergiebt sich nämlich aus den weiter oben mitgetheilten Versuchen Payen's, welche mit Kuhharn angestellt wurden, daß nach dem Zusatz von Kalkhydrat der Urin im fast völlig unveränderten Zustande selbst in der heißen Jahreszeit 10 Tage und mehr länger aufbewahrt werden kann, weil durch den Kalk das Ferment, welches im Harne hauptsächlich die rasche Fäulniß bewirkt, gebunden und aus der Flüssigkeit ausgeschieden wird. Als Zusatz zu bereits gefaulten Düngflüssigkeiten äußert dagegen der Kalk keinerlei günstige Wirkung.

3. Der Gips ist geeignet, luftförmiges Ammoniak aufzufangen, aber nicht um dasselbe aus Lösungen abzuscheiden; das unter dem Einfluß von Gips sich bildende schwefelsaure Ammoniak bleibt vollständig in der Flüssigkeit aufgelöst. Der Gips schlägt kaum den phosphorsauren Kalk aus dem Sewerwater nieder, weil dieses viel freie Kohlensäure enthält, welche den phosphorsauren Kalk fast ebenso leicht auflöst, als das reine Wasser den Gips.

Bei einer solchen Zusammensetzung könnte allerdings ein Gemenge aus einem Theil dieser Masse mit zwei Theilen Torfkohle die obige Zusammensetzung haben; aber wohl niemals dürfte im Großen eine so vollständige Erhaltung der ursprünglichen Beschaffenheit der Latrine zu erreichen sein, es geht vielmehr während der Gährung der Latrine in den Gruben in der Regel bei weitem die größere Menge des sich bildenden Ammoniaks verloren und zwar um so eher, weil die Construction der Düngergruben in den Städten noch immer eine überaus schlechte und unzweckmäßige ist. Deswegen erhielt Sullivan nach der Mischung von zwei Theilen Torfkohle mit einem Theil Abtrittsdünger (nightsoil), ein Produkt von weit geringerem Werthe und von folgender Zusammensetzung:

	Prc.
Feuchtigkeit	28,41
Organische Substanz und Kohle	62,75
Asche	7,51
Stickstoff (oder Ammoniak = 1,54 Prc.)	1,27
	100,00

Die Asche des verarbeiteten Abtrittsdüngers enthielt:

	Prc.		Prc.
Kali	0,471	Phosphorsäure	6,109
Natron	4,987	Schwefelsäure	19,754
Kalk	21,161	Chlor	5,734
Magnesia	10,554	Sand und Kieselerde	7,540
Thonerde	0,077	Kohlensäure	6,139
Eisenoxyd	9,874		99,407

2. Die Kalkmilch verhält sich als Klärungsmittel gegen die flüssige Latrine, sie fällt kohlensauren und phosphorsauren Kalk und diese Niederschläge reißen die suspendirten organischen Stoffe mit nieder. Der so gebildete Absatz enthält aber eine sehr große Menge kohlensauren Kalk (30 bis 60 Prc.), weil in den faulenden Düngflüssigkeiten stets sehr viel Kohlensäure enthalten ist; dagegen werden die besonders werthvollen Bestandtheile, das Ammoniak und Kali, durch den Kalk nicht aus ihrer Lösung ausgeschieden. Mehrere Proben der durch Kalk aus dem Sewerwater von London bewirkten Niederschläge sind von Way untersucht worden:

	1.	2.	3.
Feuchtigkeit	4,29	4,93	4,75
Organische Substanz	36,58	30,18	24,37
Sand, Thon rc.	9,88	7,75	19,44
Eisenoxyd und Thonerde	1,86	1,62	3,51
Phosphorsaurer Kalk	5,51	4,85	3,78
Kohlensaurer Kalk	32,92	43,70	37,55
Schwefelsaurer Kalk	8,18	6,30	5,56
Alkalische Salze	0,78	0,67	1,09
	100,00	100,00	100,00
Stickstoff in Procenten	1,51	1,52	1,21
Gleich Ammoniak	1,91	1,93	1,47

Dagegen würde es sehr wünschenswerth sein, daß genaue Versuche und Beobachtungen angestellt würden über das Verhalten der Magnesialösung gegen den frischen und langsam faulenden Urin. Aus dieser Flüssigkeit scheidet sich nach Zusatz von Bittersalz nach und nach eine bedeutende Menge von phosphorsaurem Magnesia-Ammoniak aus und vielleicht würde man durch gleichzeitigen Zusatz von etwas saurem phosphorsauren Kalke eine weit größere Menge Ammoniak in trockner und gebundener Form aus dem Urin erhalten können. Bei einem Versuche fällte ich auf diese Weise die ganze Menge der im Urin enthaltenen Phosphorsäure (reichlich $^1/_5$ Prc. der Flüssigkeit) in fast reiner Verbindung mit Ammoniak und Magnesia aus und gleichzeitig bemerkte ich, daß die Fäulniß des Urins durch diese Behandlung ich verlangsamt wurde. Es möchte häufig, wie ich glaube, in den Städten die Gelegenheit günstig sein, auf die angedeutete Weise ein werthvolles Düngmaterial zu gewinnen. Direkte Versuche an den betreffenden Orten müssen zeigen, ob eine solche Behandlung des menschlichen Urin's praktisch im Großen ausführbar ist oder nicht.

8. Die von *Way* dargestellten und in der Bodenkunde beschriebenen *Doppelsilikate von Kalk und Thonerde* sind, wie es scheint, noch nicht hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit zur Ausscheidung von Ammoniak und anderen Düngstoffen aus sehr verdünnten Auflösungen geprüft worden. Es möchte wohl sehr zweifelhaft sein, ob diese Verbindungen mit Nutzen bei dem Sewerwater oder ähnlichen Flüssigkeiten angewandt werden können; dagegen würden vielleicht aus dem gefaulten Urin durch jene Mittel nutzbare Substanzen ausgeschieden werden und so auf kaltem Wege ein gutes, concentrirtes Düngmittel dargestellt werden, wie es sonst nur unter Anwendung von künstlicher Wärme gewonnen wird.

Aus früheren Mittheilungen ergiebt sich, *wie sehr verschiedenartig das Material zusammengesetzt ist, welches unter dem Namen Latrine oder Abtrittsdünger zur Darstellung von künstlichen Düngerfabrikaten verwendet wird.* Es ist in der That keine schwierige Sache, aus einer Latrine, in welcher alle ursprünglichen Stoffe in ihrer ganzen Menge noch zurückgeblieben sind, ein vorzügliches Düngerfabrikat zu bereiten, welches in concentrirter versendbarer Form zu einem Preise würde geliefert werden können, daß kein anderes käufliches Düngmittel gegenwärtig mit demselben zu concurriren im Stande wäre, um so mehr als das Rohmaterial dem Fabrikanten oft ganz umsonst in hinreichender Quantität zu Gebote steht. Wenn es aber Thatsache ist, daß unter den bestehenden Verhältnissen häufig $^7/_8$ der ursprünglichen Düngkraft verschwunden sind, ehe die Latrine zur Verarbeitung kommt, so darf man sich auch nicht

4. Thon, im gebrannten oder ungebrannten Zustande, kann höchstens etwa 0,3 Prc. Ammoniak binden und aus einer Lösung absorbiren, also viel zu wenig, als daß man mit Hülfe dieser Substanz einen versendbaren Dünger präpariren könnte.

5. Lösungen von Thonerdesalzen coaguliren das Sewerwater und bewirken, daß es leichter filtrirt werden kann; sie gewähren vielleicht das beste Mittel, um trübe Düngflüssigkeiten zu klären, indem man zuerst eine kleine Quantität Kalk und dann ein wenig schwefelsaure Thonerde in Anwendung bringt; aber in dem so gebildeten Niederschlag ist ebenfalls kein Ammoniak enthalten, wie die folgende Analyse zeigt, welche auf einen derartigen Niederschlag aus dem London-Sewerwater sich bezieht und von Way mitgetheilt worden ist:

	Prc.		Prc.
Feuchtigkeit	36,20	Schwefelsaurer Kalk	5,89
Organische Substanz, Kohle rc.	19,65	Kohlensaurer Kalk	20,35
Sand und andere kieselige Substanz	10,47	Alkalische Salze	0,50
Eisenoxyd und Thonerde	4,31		100,00
Phosphorsaurer Kalk	2,63	Stickstoff	0,62

6. Zink-, Mangan- und Eisensalze fällen nur den Schwefelwasserstoff aus der Flüssigkeit aus, das Ammoniak wird durch jene Stoffe nicht unlöslich gemacht.

7. Die in Wasser löslichen Magnesiasalze sind als Zusätze zu der flüssigen Latrine oder dem Sewerwater theoretisch weit mehr gerechtfertigt, als alle anderen oben genannten Substanzen. Bei Gegenwart einer hinreichenden Menge von Phosphorsäure und Ammoniak bildet sich nämlich ein krystallinischer Niederschlag von folgender Zusammensetzung:

	Prc.
Ammoniak	6,93
Magnesia	16,30
Phosphorsäure	29,09
Wasser	47,68
	100,00

Es ist jedoch sehr fraglich, ob die Magnesiasalze in so verdünnten Lösungen, wie im Sewerwater noch eine Wirkung äußern; das betreffende Magnesiasalz ist nämlich nicht ganz unlöslich und wird durch die vorhandene freie Kohlensäure nur noch löslicher; wenn aber viel Magnesiasalz zugesetzt wird, dann wird auch der Niederschlag durch kohlensaure Magnesia sehr verunreinigt. Auch wird wahrscheinlich die Phosphorsäure aus der Verbindung mit Kalk nicht in die mit Magnesia übergehen und überhaupt möchte das Bittersalz oder die schwefelsaure Magnesia doch für diesen Zweck zu theuer sein.

oft geschieht, ehe durch den Prozeß der Gährung ein zu großer Verlust an besonders werthvollen Substanzen stattgefunden hat. Aus dem großen Meurice-Hotel in Paris werden jeden Morgen 50 bis 60 Kasten mit Latrine an die Düngerfabrikanten geliefert und diesen auf solche Weise die Möglichkeit gegeben, Fabrikate zu bereiten, welche dem peruanischen Guano an die Seite gestellt werden können und deren Bereitung keineswegs mehr Kosten verursacht, als wenn eine vergohrne, ausgelaugte und also wenig gehaltvolle Masse verarbeitet wird. Nur auf die hier angedeutete Weise ist es auch den englischen Fabrikanten möglich, Urate zu bereiten, welche bei fast gleichem Stickstoffgehalt mit dem peruanischen Guano und ungleich höherem Gehalte an alkalischen Salzen doch um ein Drittel bis um die Hälfte geringeren Handelspreis haben.

In Frankreich und namentlich in Paris wird schon seit langer Zeit Poudrette bereitet. Erst in der neuesten Zeit hat man für die Darstellung der Poudrette geeignete Methoden in Anwendung gebracht; noch im Jahr 184[illegible] bemerkt Boussingault, daß man in Paris die Latrine auf eine Weise behandle, welche mit den einfachsten Begriffen der Wissenschaft, Gesundheitslehre und Sparsamkeit in Widerspruch zu stehen scheine. Es wurde nämlich die Latrine in großen flachen Behältern angesammelt, worin man die festen Stoffe sich absetzen ließ, während die Flüssigkeit in ein etwas tiefer stehendes ähnliches Bassin abgelassen wurde, hier wiederum eine Zeitlang ruhig stehen blieb und dann in noch tiefer gelegene Bassins floß; die zuletzt noch vorhandene stinkende Jauche verlor sich in große Senkgruben oder floß ohne weitere Benutzung in die Seine. Den festen Absatz nahm man aus den Bassins und breitete ihn über den Boden aus, während man das Abtrocknen durch mehrmaliges Umwenden zu beschleunigen suchte. Die so bereitete Poudrette hat eine braune Farbe, enthielt nach Jacquemart etwa zwei, nach Boussingault und Payen nur 1,6 Prc. Stickstoff und wurde auf die Fläche eines Hectare in einer Quantität von 20 bis 30 Hectolitern (36 bis 54 preuß. Scheffel), im Gewichte von 1300 bis 1800 Kil. ausgestreut. In neuerer Zeit pflegt man in Paris und in anderen Städten Frankreichs die festen Substanzen aus der Latrine vor dem Trocknen mit thierischer Kohle zu vermischen, welche man aus Knochen und anderen thierischen Substanzen gewinnt, unter gleichzeitiger Benutzung der Destillationsprodukte für die Salmiakfabrikation. Jedoch wird auch Torfkohle und überhaupt Kohle von vegetabilischen Substanzen auf dieselbe Weise benutzt. Besondere Sorgfalt verwendet man in Frankreich darauf, daß das Ausräumen der Düngergruben geruchlos geschehe und es sind zu diesem Zwecke eine Menge von Desinfectionsmitteln in Vorschlag und Anwendung gebracht; Bayard empfiehlt ein Gemenge

wundern, daß die bisher gelieferten Fabrikate lange nicht den Grad der Concentration besitzen, als man in Folge der von frischen Excrementen ausgeführten Analysen zu erwarten berechtigt sein möchte, und daß der Preis, welcher nothwendig für deren Darstellung in Anspruch genommen werden muß, keineswegs verhältnißmäßig niedriger ist, als derjenige, den man für andere käufliche Düngmittel, wie Guano, Knochenmehl, Rapskuchen 2c. zu bezahlen gewohnt ist. Der Verfertiger von Poudrette und Uraten kann unmöglich stets ein Produkt von gleicher Güte liefern, trotzdem daß er stets dieselbe Mühe und Sorgfalt darauf verwendet und es ist dies die gefährliche Klippe, an welcher bisher in Deutschland fast alle sogenannten Guanofabriken in kürzerer oder längerer Zeit gescheitert sind und so lange scheitern werden, bis man mit der Ueberzeugung des hohen Werthes der in den Städten sich ansammelnden Düngsubstanzen auch geeignete Mittel gefunden hat, den Verlust der zur Förderung der Vegetation besonders wichtigen Bestandtheile möglichst vollständig zu hindern, oder auch nur bis man sich bequemen wird, die schon jetzt vorhandenen und bekannten Mittel im Interesse der Gesundheit und Annehmlichkeit der Stadtbewohner, wie zum Vortheil der landwirthschaftlichen Produktion zur allgemeineren Anwendung zu bringen. Das einfachste Mittel, den angedeuteten Zweck zu erreichen, würde darin bestehen, den Düngergruben in Zukunft eine zweckmäßigere Einrichtung zu geben, so daß eine sofortige Trennung der festen und flüssigen Substanzen bewerkstelligt würde, damit das schnelle Eintreten und Fortschreiten der Gährung der ganzen Masse und damit auch ein sehr bedeutender Verlust vermieden werden könnte. Will man diesen Verlust noch weiter mäßigen, so muß man die Flüssigkeit, vor deren Ansammlung in der hierzu bestimmten Grube durch eine Schicht von Torfkohle und sandigem Lehmboden oder nur von dem letzteren Material filtriren, durch welches Mittel abermals eine Verlangsamung des Gährungsprozesses bewirkt wird, dessen nachtheiliger Einfluß endlich vollständig gehoben werden kann, wenn man das während der Gährung sich bildende Ammoniak durch geeignete Substanzen zurückhält, sei es durch Eisenvitriol, Gips, Säuren, schwefelkieshaltige Braunkohle, humose Substanzen, durch die Rückstände von der Chlorfabrikation oder durch andere Fabrikrückstände, wie sie in den größeren Städten stets in hinreichender Menge und mit Leichtigkeit herbeigeschafft werden können. Ohne Aenderung der gegenwärtig bestehenden Verhältnisse und Gewohnheiten wird der Fabrikant von Poudrette und Uraten nur dann im Stande sein, ein im hohen Grade preiswürdiges Fabrikat zu liefern, wenn er sich auf die Verarbeitung der in großen Gast- und Speisehäusern und in den Wohnungen der reicheren Stadtbewohner sich ansammelnden kräftigen Latrine beschränkt und wenn er dafür Sorge trägt, daß das Ausräumen der Gruben

kaum durch irgend einen unangenehmen Geruch sich zu erkennen, und die Poudrette ist im Sommer in einem Monate, im Winter nach zwei Monaten zum Verkaufe fertig. Die Kohle wird in eigenen zweckmäßig eingerichteten Oefen dargestellt.

In dem ganzen deutschen Reiche befindet sich die Kunst, die Stadtbewohner von einer großen Unannehmlichkeit auf zweckmäßige Weise zu befreien und zum Vortheil der Landwirthschaft preiswürdige Poudrette und Urat zu bereiten, noch sehr in der Kindheit; erst in der neuesten Zeit hat man Fabriken zur Verarbeitung der in Rede stehenden Stoffe, theils nach französischen, theils nach englischen Mustern angelegt. In Frankfurt, Berlin, Posen, Dresden, Leipzig sind dergleichen Fabriken entstanden, über deren Erfolg man bis jetzt noch nicht mit Bestimmtheit urtheilen kann; sie scheinen aber auch theils mit den Vorurtheilen der Landwirthe, theils mit den Uebelständen zu kämpfen zu haben, welche bereits oben Erwähnung gefunden. Im Allgemeinen wird in diesen Fabriken zu gleicher Zeit sowohl Poudrette als Urat dargestellt, indem die großentheils ausgelaugte, fast vollständig vergohrne festere Latrine als Rohmaterial für die Bereitung der Poudrette dient; gewöhnlich wird vor dem Trocknen, wenn die Masse noch im breiigen Zustande sich befindet, etwas Gips, zuweilen auch Asche und Kohle beigemischt, um die noch vorhandenen ammoniakalischen Stoffe dadurch in einen mehr gebundenen Zustand zu versetzen und deren Verflüchtigung zu hindern. Man hat auch versucht, einen Theil der ausgelaugten, strohigen, irdigen Massen, nachdem sie geformt und getrocknet waren, als Brennmaterial behufs der Darstellung des Urats zu verwenden, während die zurückbleibende Asche dann als Zusatz zu dem Rohmaterial diente, woraus die Poudrette gewonnen wird. Da aber solche getrocknete Düngmassen beim Verbrennen meist nur wenig Hitze geben, so können sie nur gemeinschaftlich mit anderem Brennmaterial, mit Braun- oder Steinkohlen verwendet werden, wodurch aber die Asche so sehr verunreinigt wird, daß sie kaum noch für den angedeuteten Zweck benutzt werden kann. Mehr Empfehlung möchte das Verfahren verdienen, einen Theil der festen, getrockneten und an sich als Dünger ziemlich werthlosen Substanzen in hierzu eingerichteten Oefen zu verkohlen, bei diesem Prozeß das sich entwickelnde Ammoniak wieder aufzufangen, die Kohle mit einer kräftigen breiigen Latrine zu vermischen und zu einer werthvollen Poudrette zu verarbeiten. Die in Deutschland verfertigte Poudrette enthält meist zwischen zwei und drei Prc. Stickstoff, ist also kaum stickstoffreicher als der gewöhnliche Rindviehmist im wasserfreien Zustande, zeichnet sich aber vor dem Stalldünger aus durch völlig gleichmäßige Beschaffenheit und meist durch einen höheren Gehalt

aus 25 Theilen Eisenvitriol, 20 Theilen Thon und 15 Theilen Gyps mit etwas Steinkohlentheer einige Stunden vor dem Beginn der Räumung in die Gruben zu schütten, die so eingerichtet sind, daß nur die festen Excremente zurückbleiben; nach Siret sind hierzu 100 Theile Eisenvitriol, 50 Th. Zinkvitriol, 40 Th. Sägespäne, 5 Th. Theer und 5 Th. Rüböl anzuwenden. In Lyon sind namentlich die Mutterlaugen der Eisenvitriolfabriken, die Rückstände von der Chlorbereitung und Kohlenpulver als Desinfectionsmittel in Gebrauch. Nach Dumas gießt man in Paris zuerst eine Auflösung von Eisenvitriol in die Gruben und sodann eine gleiche Quantität aufgelöster schlechter und unreiner Seife. Durch Zusatz von Seife und Oel wird ein metallisches Oleat gebildet, welches sich unter dem Einfluß von Schwefelwasserstoff und Schwefelwasserstoff-Ammoniak langsamer zu zersetzen scheint, als das schwefelsaure Eisenoxydul. Im Allgemeinen ist der Eisenvitriol (oder Mangan- und Zinkvitriol) der einzig wesentliche Bestandtheil aller dieser Mischungen und wird in Wasser aufgelöst oft auch für sich allein zu Desinfection der Düngergruben angewandt. In Lyon wird nach Baronnet die flüssige Latrine mittelst einer Pumpe und beweglicher Röhren in Fässer gebracht und sodann die festeren Rückstände ausgeschöpft. In der Fabrik wird der Inhalt der Fässer in große Bassins geschüttet, deren Boden eine schiefe Ebene bildet, damit das Flüssige sich nach den tieferen Stellen hinzieht, während die dickeren Massen sich weiter nach oben absetzen; die letzteren werden mit vegetabilischer und thierischer Kohle gemengt, getrocknet und zu Pulver gemahlen. Die abgezogene, fast ganz geruchlose Flüssigkeit wird zu billigen Preisen an die Landwirthe in der Umgegend verkauft. Da, wo sie zu erlangen sind, wendet man auch die Abfälle von Schlachthäusern, Abdeckereien ꝛc. als Zusätze zu der Poudrette an. In Paris wird der Inhalt der Düngergruben mittelst eines eigenen Instrumentes (einer Art Modermaschine) bei Ausschluß der Luft in die Kasten und Fässer gebracht; bevor unangenehme Gase sich entwickeln können, müssen sie durch einen kleinen Apparat gehen, welcher Chlorkalk enthält. Das Ganze wird dann in die Fabrik gefahren und muß hier sofort zu Poudrette verarbeitet werden, denn die Desinfection der Masse durch Eisenvitriol ꝛc. ist nur eine temporäre; sowie der Gährungsprozeß von Neuem beginnt und weiter fortschreitet, so wird eine neue Menge von Schwefelwasserstoff frei. Die Latrine wird, wie Dumas mittheilt, in Bassins gebracht und hier mit einem fast gleichen Volumen Knochenkohle gemischt, dann über den Erdboden oder den Felsen ausgebreitet und mehrfach gewendet, bis die Masse trocken ist, worauf wieder frische Latrine zugesetzt und abermals getrocknet wird, und dieses wiederholt man so oft, bis die Kohle nur noch $^1/_4$ des Ganzen ausmacht. Die ganze Operation giebt

kaum durch irgend einen unangenehmen Geruch sich zu erkennen, und die Poudrette ist im Sommer in einem Monate, im Winter nach zwei Monaten zum Verkaufe fertig. Die Kohle wird in eigenen zweckmäßig eingerichteten Oefen dargestellt.

In dem ganzen deutschen Reiche befindet sich die Kunst, die Stadtbewohner von einer großen Unannehmlichkeit auf zweckmäßige Weise zu befreien und zum Vortheil der Landwirthschaft preiswürdige Poudrette und Urate zu bereiten, noch sehr in der Kindheit; erst in der neuesten Zeit hat man Fabriken zur Verarbeitung der in Rede stehenden Stoffe, theils nach französischen, theils nach englischen Mustern angelegt. In Frankfurt, Berlin, Posen, Dresden, Leipzig sind dergleichen Fabriken entstanden, über deren Erfolg man bis jetzt noch nicht mit Bestimmtheit urtheilen kann; sie scheinen aber auch theils mit den Vorurtheilen der Landwirthe, theils mit den Uebelständen zu kämpfen zu haben, welche bereits oben Erwähnung gefunden. Im Allgemeinen wird in diesen Fabriken zu gleicher Zeit sowohl Poudrette als Urat dargestellt, indem die großentheils ausgelaugte, fast vollständig vergohrne festere Latrine als Rohmaterial für die Bereitung der Poudrette dient; gewöhnlich wird vor dem Trocknen, wenn die Masse noch im breiigen Zustande sich befindet, etwas Gips, zuweilen auch Asche und Kohle beigemischt, um die noch vorhandenen ammoniakalischen Stoffe dadurch in einen mehr gebundenen Zustand zu versetzen und deren Verflüchtigung zu hindern. Man hat auch versucht, einen Theil der ausgelaugten, strohigen, festen Massen, nachdem sie geformt und getrocknet waren, als Brennmaterial behufs der Darstellung des Urats zu verwenden, während die zurückbleibende Asche dann als Zusatz zu dem Rohmaterial diente, woraus die Poudrette gewonnen wird. Da aber solche getrocknete Düngmassen beim Verbrennen meist nur wenig Hitze geben, so können sie nur gemeinschaftlich mit anderem Brennmaterial, mit Braun- oder Steinkohlen verwendet werden, wodurch aber die Asche so sehr verunreinigt wird, daß sie kaum noch für den angedeuteten Zweck benutzt werden kann. Mehr Empfehlung möchte das Verfahren verdienen, einen Theil der festen, getrockneten und an sich als Dünger ziemlich werthlosen Substanzen in hierzu eingerichteten Oefen zu verkohlen, bei diesem Prozeß das sich entwickelnde Ammoniak wieder aufzufangen, die Kohle mit einer kräftigen breiigen Latrine zu vermischen und zu einer werthvollen Poudrette zu verarbeiten. Die in Deutschland verfertigte Poudrette enthält meist zwischen zwei und drei Prc. Stickstoff, ist also kaum stickstoffreicher als der gewöhnliche Rindviehmist im wasserfreien Zustande, zeichnet sich aber vor dem Stalldünger aus durch völlig gleichmäßige Beschaffenheit und meist durch einen höheren Gehalt

an Phosphorsäure und besonders an Alkalien. Der gewöhnliche Preis der Poudrette ist bei uns 20 Sgr. bis 1 Thlr. für den Centner.

Ueber die Darstellung der Urate läßt sich im Allgemeinen nicht viel sagen; die Art der Bereitung ist sehr einfach und wohl überall so ziemlich dieselbe, und beruht darauf, daß man die flüssigen Düngstoffe, welche vorzugsweise reich an Stickstoff, Alkalien und theilweise auch an Phosphorsäure sind, unter Anwendung künstlicher Wärme bis zur Trockenheit eindampft, nachdem man vorher durch Zusatz einer geeigneten Quantität Gips, besonders aber von Schwefelsäure das Ammoniak in eine bei der Kochhitze des Wassers nicht flüchtige Verbindung übergeführt hat. Es kommt bei der Darstellung von Uraten Alles darauf an, die Kosten der Bereitung durch zweckmäßige Einrichtung der Abdampfpfannen und des Feuerraumes, durch Anwendung von billigem Brennmaterial möglichst einzuschränken und ganz besonders auch darauf, daß man durch sorgfältige Auswahl des zu verarbeitenden Rohmaterials schon von vorn herein eine genügende Garantie sich verschafft für die Gewinnung eines vorzüglichen Fabrikates.

Vor dem Eindampfen des Urins muß eine gewisse Menge Schwefelsäure zugesetzt werden schon aus dem Grunde, weil der Rückstand sonst, namentlich in Folge seines großen Gehaltes an Chlorverbindungen eine sehr hygroskopische Beschaffenheit zeigen würde, wodurch die Bereitung eines gut verkäuflichen Düngmittels sehr erschwert wäre. Durch die Umwandlung der Salze in schwefelsaure Verbindungen wird dieser Uebelstand völlig gehoben und es genügt für diesen Zweck der Zusatz von etwa 1½ Prc. Schwefelsäure zu dem frischen oder gefaulten Urin. Der trockne Rückstand ist sehr reich an Stickstoff, er enthält gewöhnlich 20 bis 25 Prc., eine Quantität, die jedoch in keinem käuflichen Urat vorkommt, theils weil bei der Darstellung nicht selten ein Theil des Ammoniaks sich verflüchtigt, theils weil zu der concentrirten Flüssigkeit allerlei feste Stoffe zugesetzt werden, um dadurch das völlige Austrocknen der Masse zu erleichtern und das Ganze in ein lockeres feines Pulver zu verwandeln. Als solche Zusätze benutzt man gewöhnlich verschiedene Arten von Kohle, ferner Gipspulver und humose oder poudretteartige Substanzen; es wird dadurch der Stickstoffgehalt des Fabrikates bis auf 10 Prc. oder noch weiter erniedrigt. Derartige Zusätze besitzen meistens als Düngstoffe sehr geringen oder gar keinen Werth und es ist daher sehr wünschenswerth, daß anstatt derselben andere Substanzen Anwendung finden möchten, welche den Düngwerth des Präparats nicht wesentlich beeinträchtigen oder selbst für gewisse Zwecke noch bedeutend erhöhen. Es kann dies sehr passend auf die folgende Weise bewirkt werden.

Der trockne Rückstand des Urin's ist sehr reich an Stickstoff und Alkalien,

durch Schwefelsäure conservirt wird, nur muß man berücksichtigen, daß das Fibrin sich nur unvollständig mit diesen Substanzen mischen läßt, weshalb hier der Verlust größer sein kann, als bei der Behandlung des flüssigen fibrinfreien Blutes. Das normale frische Fibrin ging rasch in Fäulniß über, wobei sich ein ekelhafter Geruch entwickelte und in 18 Tagen ein Verlust von 27 Prc. Stickstoff stattfand; bei 26 Tage lang anhaltender Fäulniß stieg der Verlust auf 34 Prc. Unter übrigens ganz gleichen Umständen verminderte das Kalkhydrat den Verlust um drei Viertel oder zwei Drittel und hinderte großentheils die Entwicklung übelriechender Gase. Auch die Schwefelsäure zeigte sich von vortheilhaftem Einfluß für die Conservirung des Blutfibrins, jedoch etwas minder kräftig.

100 Grm. Blutfibrin.	Stickstoff in 100 Grm.	Verlust auf 100 Th. Stickstoff.
	Grm.	Prc.
Normales Fibrin	4,587	—
Fibrin in dünner Schicht, nach 18 Tagen	3,334	27,3
Mit 5 Grm. Kalk in dünner Schicht, nach 18 Tagen . .	4,330	5,6
Mit 10 Grm. Kalk in dünner Schicht, nach 18 Tagen .	4,271	6,8
Mit 5 Grm. Schwefelsäure von 53° B., nach 18 Tagen .	4,220	8,0
Fibrin nach 26tägiger Fäulniß	3,010	34,38
Mit 5 Grm. Kalk, nach 26 Tagen	3,970	13,45

Das Blut ist sehr reich an Stickstoff (im frischen Blute 3,5 Prc., im getrockneten, bei c. 21 Prc. Trockensubstanz des Blutes, 17 Prc.), dagegen arm an Phosphorsäure; ein Zusatz von der letzteren Substanz zu dem Blutdünger wird daher im hohen Grade die Sicherheit der Wirkung desselben erhöhen und außerdem das Austrocknen des Blutes erleichtern. Wenn man zu dem frischen Blute etwa 7 Prc. zu Pulver zerfallenen Kalk und außerdem 10 Prc. phosphorsauren Kalk (oder gedämpftes Knochenmehl oder fein gepulverte Knochenkohle und Knochenasche) hinzusetzt, so erhält man ein Gemenge, das schon an der Luft leicht austrocknet und im völlig getrockneten Zustande noch 8 bis 10 Prc. Stickstoff enthält, mithin als ein vorzügliches concentrirtes Düngmittel angesehen werden muß.

2. Bereitung des Compostdüngers.

Die Poudrette schließt sich unmittelbar an den Compostdünger an und wird schon als solcher bezeichnet, wenn anstatt der Kohle Torf oder auch humose und lehmige Erde als Bindungsmittel der Latrine beigemischt oder mit derselben aufgeschichtet wird. Nach Reinsch bereitet man einen ausgezeichnet wirksamen Streudünger, wenn man 50 Centner zu Pulver gestochenen Torf in einer Grube mit so viel Excrementen und Urin anrührt, daß die ganze Masse feucht wird, wozu etwa 6 bis 7000 Liter (etwa 6000 Quart)

Versuche zeigen, daß auch das Kalkhydrat als Zusatz zum Blute mit Vortheil für den angedeuteten Zweck benutzt werden kann. Das frische Blut wurde zunächst vom Fibrin befreit, eine Portion sogleich auf den Stickstoffgehalt untersucht, eine andere erst nach 11 Tagen, eine dritte nach 41 Tagen im Wasserbade abgedampft und analysirt; drei weitere Portionen (4—6) des ganz frisch von Fibrin befreiten Blutes mischte man auf 100 Cub.-Cent. mit 2,5 und 10 Grm. Kalkhydrat und ließ sie in flachen Gefäßen 11 Tage lang stehen; das Gemenge, welches anfangs flüssig war, gestand sehr bald zu einer festen Masse, welche man in Krumen zertheilte, um das Austrocknen an der Luft zu befördern; es war nach dieser Zeit fast trocken und braun geworden. Drei andere Portionen (7—9) brachte man nach der Vermischung mit einer gleichen Menge Kalkhydrat in Gläser, um sie in dicker Schicht bei viel geringerer Oberfläche der Luft auszusetzen und um zu erfahren, welchen Einfluß das längere Feuchtbleiben auf die Gemenge von Kalk und Blut haben würde. Diese Massen waren nach 11 Tagen nur an der Oberfläche ausgetrocknet und braun geworden, während sie im Innern noch sehr feucht und roth geblieben waren. Endlich wurde noch eine Portion (10) mit 5 Grm. Schwefelsäure von 53° B., wie man sie aus den Bleikammern erhält, vermischt. Dieses letztere Gemenge war nach Verlauf von 11 Tagen braun und geronnen, hatte aber eine viel geringere Consistenz als die anderen; es gab einen scharfen, unangenehmen Geruch von sich, während die Gemenge von Kalkhydrat und Blut fast ganz geruchlos blieben. Die Lufttemperatur während der Aufbewahrung der Gemenge schwankte zwischen 19 und 27°. Die Proben 6 bis 9 wurden im ungetrockneten Zustande auf ihren Stickstoffgehalt untersucht, die anderen, nachdem sie im Wasserbade völlig ausgetrocknet worden waren. Die Analyse ergab:

Fibrinfreies Blut.	Stickstoff in 100 Cubikcent. Grm.	Verlust auf 100 Th. Stickstoff. Prc.
1. Blut im Normalzustande	3,450	—
2. Gefaultes Blut nach 11 Tagen	3,033	13,00
3. Gefaultes Blut nach 41 Tagen	1,360	69,25
4. Blut mit 2 Grm. Kalk in dünner Schicht	3,060	11,00
5. Blut mit 5 Grm. Kalk in dünner Schicht	3,231	6,40
6. Blut mit 10 Grm. Kalk in dünner Schicht	3,428	0,64
7. Blut mit 2 Grm. Kalk in dicker Schicht	3,160	8,50
8. Blut mit 5 Grm. Kalk in dicker Schicht	3,309	4,00
9. Blut mit 10 Grm. Kalk in dicker Schicht	3,364	2,50
10. Blut mit 5 Grm. Schwefelsäure von 53° B. in dünner Schicht	3,444	0,01

Eine andere Versuchsreihe wurde mit dem Fibrin des Blutes angestellt. Die Resultate dieser Versuchsreihe zeigen, daß auch Fibrin durch Kalk wie

durchgearbeitet und nachdem dieselbe etwas abgetrocknet ist, über die Felder ausgestreut. Schon 2—4 Centner dieses Düngers haben auf der Fläche eines Morgens eine deutliche Wirkung gezeigt, in etwas größerer Quantität ausgestreut hat dieser Dünger bei allen Culturen eine üppige Vegetation hervorgebracht.

Eine sehr wesentliche Eigenschaft eines wirksamen Streu- oder Compostdüngers ist die durch und durch gleichförmige Beschaffenheit desselben, kein einziger der ursprünglichen Bestandtheile darf nach der Vollendung und bei der Anwendung des Präparates in der Masse noch erkennbar sein, die letztere muß als eine dunkelgefärbte, lockere Erde mit einem fein ammoniakalischen Geruche und möglichst salzigem Geschmacke sich darstellen. Um eine solche gleichförmige Beschaffenheit der ganzen Masse mit Sicherheit zu erreichen, muß man schon bei der Auswahl der ursprünglichen Materialien mit der nöthigen Sorgfalt verfahren und zwar ganz besonders in dem Falle, wenn man den Dünger möglichst schnell in den Zustand der Reife zu verschaffen wünscht und also in kurzer Zeit den ganzen Prozeß vollenden will. Zu diesem Zwecke werden z. B. an dem eben genannten Orte die gröberen Hornspäne, Klauen, Knochensplitter, auch die gleichfalls vorhandenen wollenen Lumpen, Filzschuhe und alten Pelze nicht dem Hauptcomposte zugesetzt, sondern für sich einer besonderen Behandlung unterworfen. Auch die gröberen Holzstücke und Wurzeln werden aus der Walderde mittelst Sieben entfernt und bei Seite gelegt. Alle diese gröberen und langsamer sich zersetzenden Materialien werden mit Kalk, Asche und Gips gemischt und mit etwas mehr thonhaltiger Walderde aufgeschichtet, mit flüssigem Dünger getränkt, der Haufen von allen Seiten sorgfältig mit Erde zugedeckt und sodann der inneren Fäulniß und Gährung so lange überlassen, bis auch hier eine durch und durch gleichförmige Masse sich gebildet hat. Der in der Grube endlich sich aus dem flüssigen Dünger bildende Absatz wird entweder dem Hauptcomposte schichtenweise zugesetzt oder für sich mit der Walderde zu kleineren Haufen aufgeschichtet.

Die Verarbeitung von schwer zersetzbaren thierischen Abfällen, wie der wollenen Lumpen, Knochen, Klauen, Borsten, Federn, altem Lederwerk u. dergl. zu einem schnellwirkenden kräftigen Dünger kann auch sehr zweckmäßig und billig unter Anwendung von künstlicher Wärme geschehen. Schon wenn man die genannten Stoffe ziemlich stark röstet, bis sie eine dunklere Farbe annehmen und anfangen sich zu zersetzen, wird die weitere Verarbeitung sehr erleichtert, indem die bröcklig und spröde gewordenen Stücke sich leicht pulvern lassen und überhaupt in diesem Zustande schon eine schnelle Verwesung im Boden erleiden. Noch besser und praktischer scheint es zu sein, wenn man

erforderlich sind; hierzu setzt man 2 Centner Viehsalz und 12 Centner Gips. Nachdem die Masse etwas abgetrocknet ist, wird sie in große kegelförmige Haufen gebracht und zwar so, daß eine fußdicke Schicht davon immer mit einer Auflösung von 2 Centner Knochen in 1 Centner englischer Schwefelsäure übergossen wird; diese Schichten wechseln bis zur Spitze des Haufens, welcher zuletzt mit Stroh bedeckt wird und mehrere Monate lang stehen bleibt. Schon nach einigen Tagen ist aller Geruch nach Latrine vollständig verschwunden, die Masse erscheint schwarz und besitzt einen schwachen Geruch nach Moder. Das Ganze wird schließlich nochmals durchgearbeitet, durch ein grobes Sieb geworfen und als Dünger auf die Felder ausgestreut. Soll der Dünger für kalklosen Sandboden verwendet werden, so setzt man zu der obigen Quantität der ganzen Masse noch 6 Ctr. gebrannten und zu Pulver zerfallenen Kalk hinzu. Acht Centner von dem so bereiteten Dünger sollen für die Fläche eines preußischen Morgens genügen, also etwa 1600 bis 1800 Kil. für ein Hectare und der Centner in der Bereitung ungefähr auf 1 Thlr. zu stehen kommen.

Ein ähnliches Verfahren zur Bereitung eines kräftigen Streudüngers habe ich in Oberschlesien, auf der Herrschaft Deutsch-Crawarn, von dem Inspector Pohlenz ausführen sehen. Es findet sich hier eine überaus humose Walderde, welche ausgezeichnet ist durch einen großen Gehalt an sehr fein zertheilter kohlensaurer Kalkerde und an Gips, welcher letztere in kleinen Krystallen oft die ganze Masse durchdringt. Diese Erde, welche größere oder geringere Mengen von Thon, aber durchaus keinen Sand beigemengt enthält, ist vorzüglich geeignet, als Zusatz und Bindungsmittel zu dienen bei der Verarbeitung der aus einer benachbarten Stadt herbeigeschafften Latrine. Der flüssige Theil der letzteren wird in eine ausgemauerte Grube gebracht, durch Zusatz von Eisenvitriol, Gips und Schwefelsäure die riechenden und düngenden Stoffe gebunden und also deren Verflüchtigung gehindert. Die festeren, breiigen Massen der Latrine werden mit der humosen Walderde in Haufen aufgeschichtet und zwischen jede Schicht einige Centner sehr fein gepulverter Knochen und feine Hornspäne gestreut. Ich halte es nicht für nöthig, das Knochenmehl, welches für diesen Zweck verwendet wird, erst durch die Behandlung mit Schwefelsäure in den Zustand völliger Auflösung überzuführen, da die letztere schon von selbst durch die kräftige Gährung der ganzen Masse in genügendem Maße bewirkt wird. Jede Schicht für sich und nach der Vollendung des 4—5 Fuß hohen Haufens die ganze Masse wird vollständig mit der flüssigen Latrine aus der Grube gesättigt und dieses Sättigen so oft wiederholt, als der Haufen geeignet erscheint, eine neue Quantität der Flüssigkeit in sich aufzunehmen. Zuletzt wird die ganze Masse nochmals gut

möglichst zu schützen, in eine bequemer anwendbare Form und in den Zustand schnellerer Wirkung überzuführen, oder es wird auch mit diesen Zusätzen die Düngkraft quantitativ vermehrt. Eine Beimischung von gewöhnlicher Erde zum Hofdünger wird hauptsächlich nur zur Erhaltung der Düngkraft, nicht zur direkten Vermehrung derselben beitragen; das Letztere ist schon im höheren Grade der Fall, wenn anstatt der Ackererde torfige humose Substanzen oder Moder angewandt werden; der Zusatz von Mergel wird dann eine besonders günstige Wirkung zeigen, wenn der Boden, auf welchen der Dünger ausgestreut wird, an sich wenig oder gar nicht kalkhaltig ist. Am meisten wird eine Vermehrung der pflanzenernährenden Stoffe stattfinden, wenn dem Hofdünger bedeutende Mengen von frischen vegetabilischen Substanzen, wie Schilf, Laub, Gartenabfälle ꝛc. beigemischt werden können und das Ganze zu einem Composte verarbeitet wird. Es sind häufig, um die etwa fehlende Jauche bei der Compostbereitung zu ersetzen, gewisse Laugen empfohlen worden, welche jedoch keineswegs immer nach rationellen Grundsätzen bereitet werden, sondern oft ganz willkürlich zusammengesetzt erscheinen. Beispielsweise will ich hier die Bereitungsart des Schneider'schen Compostdüngers beschreiben, welcher vor einiger Zeit in der Provinz Posen einiges Aufsehen erregt hat. Zu 50 Fuder Stallmist werden 100 Fuder Mergel und 100 Fuder torfiger Moder genommen und diese mit dem Dünger schichtenweise in einen Haufen gebracht. Wenn nach einiger Zeit das Ganze sich erwärmt hat, wird der Haufen umgestochen und diese Operation noch zweimal wiederholt; bei jedem Umstechen wird eine besondere Lauge zugesetzt und zwar als erste Lauge für die genannten Quantitäten eine Lösung von 400 Pfd. Kochsalz oder 200 Pfd. Glaubersalz in 300 bis 400 Quart Wasser; zur zweiten Lauge nimmt man 150 Pfd. Soda in einer gleichen Menge Wasser aufgelöst und zur dritten Lauge eine starke Verdünnung von 1 Centner Schwefelsäure oder auch eine Mischung von Schlemmkreide, Mistjauche und Wasser. Das dreimalige Durchhacken geschieht in Zwischenräumen von drei bis vier Wochen; circa 75 preuß. Scheffel des so bereiteten Düngers werden auf einen Morgen Landes ausgestreut. Man sieht nicht recht ein, wie ein solches Präparat den Stalldünger zu ersetzen im Stande ist und eben so wenig, welche Art der Wirkung die Auflösungen der Natronsalze ausüben und auffallend muß es erscheinen, daß die Schwefelsäure durch Schlemmkreide und Mistjauche ersetzt werden kann.

Es ist unnöthig, noch weitere Vorschriften für die Bereitung des Compostdüngers beizufügen; jeder Landwirth weiß denselben zweckmäßig darzustellen. Das ganze Geheimniß besteht darin, daß man sorgsam alle Abgänge aus der Wirthschaft, sie mögen animalischen oder vegetabilischen Ursprungs

einen sogenannten Rauchdünger bereitet, indem man die betreffenden Stoffe einer langsamen Verkohlung, dem Verglimmen unterwirft und zugleich die Destillationsprodukte auf geeignete Weise wieder condensirt. Dieses Verfahren ist zuerst von Ehrhardt, einem sächsischen Landwirthe, mit Erfolg angewandt worden. Die wollenen Lumpen, Hornstücke, Haare 2c. werden in einem einfachen, unten aus Ziegeln und oben aus Lehm erbauten kleinen Schachtofen langsam, bei möglichst niedriger Temperatur verkohlt; aus dem oben mit einer Lehmhaube oder Decke geschlossenen Ofen führt ein weites Rohr die Destillationsprodukte abwärts in einen Haufen von angefeuchteter humoser Erde, die man vorher mit den kohligen Rückständen aus dem Ofen gemischt und so aufgeworfen hat, daß im Innern des Haufens mit Hülfe von Latten und Reisig eine Menge von Kanälen gebildet sind, wodurch die gleichförmige und schnelle Absorption der Gase wesentlich erleichtert wird. Die Sättigung der Erde wird daran erkannt, daß geröthetes Lakmuspapier auf den feuchten Erdboden gelegt sehr bald eine blaue Farbe annimmt. Eine noch größere Menge von Ammoniak läßt sich in dem Boden durch Anfeuchten desselben mit verdünnter Schwefelsäure fixiren. Von Seydewitz hat auf die beschriebene Weise aus Lumpen und Knochen einen Dünger dargestellt, welcher durchschnittlich (incl. des natürlichen Stickstoffgehaltes der Moorerde) **1,948**, also nahe an 2 Prc. Stickstoff enthielt und außerdem sehr reich war an Phosphorsäure, dagegen unter den in Sachsen vorhandenen Verhältnissen einen Kostenaufwand von nur 10 Sgr. pr. Centner verursachte und in einer Quantität von 6 Centner pr. Morgen ausgestreut eine vorzügliche, dem Guano ähnliche Wirkung äußerte, wie aus den folgenden von Seydewitz mitgetheilten Resultaten von Versuchen, die im J. 1855 mit Hafer ausgeführt wurden, sich ergiebt.

Art der Düngung.	Stärke	Kosten pr. Hectare.	Erträge pr. Hectare. Körner.	Stroh, Spreu 2c.
	Kil.	Thlr.	Kil.	Kil.
1. Ohne Düngung . .	—	—	1094	1473
2. Chilisalpeter . . .	73	14 1/3	1248	1748
Kochsalz	128			
3. Rauchdünger . . .	1208	8	1395	1975

Auch auf Wiesen und bei Kartoffeln hat in demselben Jahre der Rauchdünger vor anderen Düngmitteln sich glänzend bewährt.

Man hat vielfach Vorschläge gemacht, die in einer Wirthschaft erzeugte Düngmasse durch direkten Zusatz von allerlei Substanzen zu dem Stall- oder Hofdünger zu vermehren. Diese Zusätze können nur zweierlei Art sein und haben entweder den Zweck, die schon vorhandenen pflanzenernährenden Stoffe vor jeglicher Verflüchtigung und dem Auslaugen

bis zwei Tage lang in Wasser liegen und bringt es sodann mit 35 Pr. seines Gewichtes an Schwefelsäure in einen gußeisernen Cylinder, welcher mit Blei ausgefüttert ist und durch eine Achse, die zur Aufrührung der Masse mit eisernen Armen versehen ist, in schnelle Umdrehung versetzt wird. Das Gemenge wird vier bis fünf Stunden lang bearbeitet und aufs Innigste zusammengerührt, sodann der Inhalt durch Umkehren des Cylinders ausgeschüttet. Gewöhnlich vermischt man die Masse mit feiner Knochenkohle (aus den Zuckerraffinerien), um dem Gemenge die anhängende überschüssige Säure zu nehmen und dasselbe in ein trocknes Pulver zu verwandeln. Dieses Fabrikat kostet im Centner (50 Kil.) 10 Schillinge oder $3^1/_2$ bis 4 Thlr. Das Verfahren Tackerey's ist ganz ähnlich; da er aber keine Rührvorrichtung anwendet, so nimmt er eine größere Menge Schwefelsäure, nämlich 50 Prc. und setzt zu 100 Th. der angewandten Knochen 60 Th. Knochenkohle; die Einwirkung der Schwefelsäure dauert ein bis zwei Tage. Nach dem Urtheile der englischen Landwirthe verdient das Fabrikat von Spooner in Southampton vor allen übrigen den Vorzug zur Beförderung des Wachsthums der Steckrüben. Spooner nimmt 33 bis 40 Th. Schwefelsäure auf 100 Th. Knochen. Er feuchtet zuerst das Knochenmehl mit Wasser an, und zwar mit nicht mehr als dem gleichen Volumen oder reichlich dem halben Gewichte der anzuwendenden Säure; wenn dann die Schwefelsäure zugesetzt wird, so ist die Wirkung derselben eine weit kräftigere, als wenn sie mit den ganz trocknen Knochen in Berührung gebracht wird, in welchem Falle sich um die einzelnen Knochenstückchen eine Rinde von Gips sich bildet, wodurch das Eindringen der Säure gehindert wird. Die Mischung der Knochen mit der Säure wird in einer gewöhnlichen großen Tonne vorgenommen, welche inwendig mit einer Schicht von Gipsmörtel ausgekleidet sein kann. Um dem Gemenge die trockne Pulverform zu geben, wird es auf eine Schicht Holzasche ausgebreitet und mit etwa dem fünffachen Gewichte an Asche innig gemengt; es wird sowohl pulverförmig wie in Wasser aufgerührt angewendet. Ein Aequivalent von 4 Bushels oder 90 Kil. der gepulverten Knochen pro englischen Acre (oder 220 Kil. pro Hectare) soll namentlich als einjähriger Dünger für Steckrüben von ausgezeichneter Wirkung sein.

In Deutschland und namentlich im Königreiche Sachsen, wo die Knochendüngung eine große Verbreitung gefunden hat, wird die Behandlung der Knochen mit Schwefelsäure vor deren Ausstreuen bisher noch nicht allgemein ausgeführt; gewöhnlich werden 800 bis 1200 Kil. möglichst feinen Knochenmehles pro Hectare ausgestreut, entweder ganz unvermischt oder zur leichteren und gleichmäßigeren Vertheilung vorher mit einem gleichen Quantum von Erde gemengt; höchstens wird hier oder da eine geringe Menge

sein, sammelt, diese mit Erde oder Schlamm aufschichtet, Asche, Mergel, feinen Bauschutt, Ofenruß rc. zusetzt und das Ganze in geeigneter Weise von Zeit zu Zeit vollständig mit Jauche tränkt und erst dann den Compost zur Verwendung bringt, wenn derselbe durch und durch eine gleichförmige Masse bildet. Jauche, der Inhalt der Abtritte und überhaupt alle Stoffe, welche vorzugsweise zu einer schnellen und heftigen Fäulniß geneigt sind, verwerthen sich besser im Composte, als wenn sie dem Hauptdünger zugesetzt oder für sich allein auf Feld oder Wiese ausgebracht und ausgebreitet werden.

3. Behandlung der Knochen vor deren Anwendung als Düngmittel.

Nirgends hat die Knochendüngung eine so allgemeine Verbreitung gefunden wie in England, und man behauptet, daß in diesem Lande seit der Anwendung der Knochen als Düngmittel die Erträge der Felder sich verdoppelt haben. Während man im Anfange 2 bis 3000 Kil. der gröblich zerstoßenen Knochen auf die Fläche eines Hectares ausstreute, erzielte man später dieselben Erfolge mit der Hälfte, ja dem Viertel und Sechstel dieser Quantität, als man die Mittel erkannte, durch welche die Wirkung dieses Düngstoffes unterstützt und beschleunigt werden konnte. Fast bei keinem anderen Düngmittel ist die mechanische Beschaffenheit desselben von so großem Einfluß auf den Grad der Wirkung als bei den Knochen; es ist durchaus erforderlich, die letzteren in den Zustand der feinsten Zertheilung überzuführen oder dafür Sorge zu tragen, daß den Pflanzen die in den Knochen enthaltenen organischen wie mineralischen Nährstoffe in dem Maße zugänglich werden, wie ein normales und kräftiges Wachsthum solches erfordert. In England bereitet man mit Hülfe großer Quantitäten von Schwefelsäure aus den Knochen einen Dünger, der leicht auflöslich und deshalb auch ähnlich dem Guano sofort im ersten Jahre seiner Anwendung, bei dem Getreidebau, namentlich aber bei der Cultur der Rüben im hohen Grade sich verwerthet. Die in verschiedenen Düngerfabriken Englands üblichen Methoden der Behandlung der Knochen mit Schwefelsäure und namentlich die hierzu verwendeten Mengen der letzteren, sind nicht überall dieselben, wie die folgenden Angaben beweisen, welche dem Berichte Payen's über die Fabrikation und Anwendung der künstlichen Dünger in England entlehnt sind.

Hunt in London bringt die gröblich zerstoßenen frischen, noch fetthaltigen Knochen in große, zur Hälfte mit Wasser gefüllte Kessel, erhitzt dieselben mittelst Dampf bis auf 100° C. und gewinnt auf diese Weise ungefähr 5 Prc. Fett, welches zur Seifenfabrikation oder zu anderen Zwecken verwendet wird. Die fettlosen, wiederum getrockneten Knochen lassen sich ziemlich leicht zu einem feinen Pulver zermahlen; das feine Knochenmehl läßt man einen

man anwenden kann, besteht darin, daß man die Knochen in dem Zustand des feinsten Mehles oder Staubes sich zu verschaffen sucht. In Sachsen ist das sogenannte Strehlaer Knochenmehl wegen seiner schnellen Wirkung berühmt und wird von den Landwirthen gerne noch etwas höher bezahlt als andere Sorten, ungeachtet den zur Darstellung dieses Mehles verwendeten Knochen vorher behufs der Leimfabrikation fast die Hälfte der organischen Substanz und also ihres Stickstoffgehaltes entzogen worden ist. Stöckhardt fand in diesem Knochenmehl nur 2,3 Prc. Stickstoff, dagegen 61,5 Prc. phosphorsaure Erden. Das Strehlaer Knochenmehl bildet aber ein sehr feines, fast staubartiges Pulver, welches mit Erde vermischt weit gleichförmiger über den Acker sich vertheilen läßt, leichter in der Ackerkrume in Verwesung übergeht und schneller von den kohlensäurehaltigen Wassern des Erdbodens aufgelöst wird, als das gewöhnliche aus frischen Knochen bereitete gröbere Pulver. Die frischen Knochen nämlich, besonders wenn sie sehr fetthaltig sind, lassen sich gar nicht zu einem feinen Mehle zerstoßen oder zerreiben; man sucht diesen Uebelstand gewöhnlich zu beseitigen durch Zusatz von gebranntem Kalk oder von Ziegelsteinpulver während der Operation des Pulverns; hierdurch wird aber natürlich die Güte des Fabrikates, bei gleichem Gewichte, wesentlich beeinträchtigt und außerdem der hier vorliegende Zweck nur unvollkommen erreicht. In England hat man in neuester Zeit mit großem Erfolge die von Blackhall construirten Apparate zum Dämpfen der Knochen angewendet; die Knochen werden einer hohen Temperatur bei starkem Dampfdrucke ausgesetzt und dadurch in kurzer Zeit in einen Zustand übergeführt, in welchem sie zwischen den Fingern sich zerbröckeln und mit einem hölzernen Stampfer zu dem feinsten Mehle sich zerstoßen lassen. Während der Operation des Dämpfens verlieren die Knochen nur Fett, welches als Düngmittel von gar keinem Werthe ist, dagegen an verschiedene Fabriken zu guten Preisen verkauft werden kann; der Leimgehalt dagegen und also auch die Stickstoffmenge vermindert sich nur sehr unbedeutend, wenn der Prozeß nicht zu lange fortgesetzt wird, und selbst dieser Leim wird im Wasser aufgelöst wieder gewonnen und kann als Flüssigkeit zur Ueberdüngung der Saaten oder zur Compostbereitung verwendet werden. Das auf diese Weise gewonnene feine Knochenmehl ist schon ohne Zusatz von Schwefelsäure zu einer so raschen Zersetzung geneigt, daß man in England häufig 8 bis 12 Prc. Kochsalz demselben beimischt, wodurch der Fäulnißprozeß etwas verlangsamt und das sich bildende Ammoniak gerade in dem Verhältniß der Pflanze zugänglich wird, wie diese es zu ihrer normalen und vollkommnen Ausbildung verlangt. Solches Knochenmehl ist bei der Cultur von Turnips mit demselben Erfolge angewandt worden, wie die in Schwefel-

etwa 5 — 10 Pfd. Schwefelsäure auf einen Centner Knochenmehl zur Anwendung gebracht; man ist hier gewohnt, die genannte Quantität des Knochenmehles als ganze Düngung für drei Jahre zu betrachten. Die Ursache dieses Verfahrens liegt theils in dem höheren Handelspreise der Schwefelsäure, theils in dem Umstande, daß man in Deutschland die Knochendüngung fast ausschließlich zunächst für Winterhalmfrüchte anwendet, während in England vorzugsweise dieses Mittel zur Förderung der Vegetation bei dem Rübenbau benutzt wird, für den letzteren Zweck aber die Leichtauflöslichkeit des Düngmittels besonders nothwendig erscheint.

Die Methode, welche Stöckhardt für die Behandlung des Knochenmehles in den Oekonomieen vorschlägt, ist die folgende: Man wirft aus einem Gemenge von gesiebter Asche (von Holz, Steinkohlen, Braunkohlen ꝛc.) und Erde auf einer Scheuntenne einen kreisförmigen Wall auf, so daß innerhalb desselben ein Tümpel gebildet wird, welcher 1 Centner Knochenmehl zu fassen vermag; die Aschenumwallung wird fest genug, um die nachherige Umarbeitung der Knochen auszuhalten, wenn man sie von außen festtritt oder mit einem Brettchen festschlägt. Von dem Knochenmehl wird das feine Pulver zuvor abgesiebt und bei Seite gestellt. Man schüttet nun das Knochenmehl in die Vertiefung, besprengt es unter Umschaufeln mit 3 Kannen (6 Pfd.) Wasser mittelst einer Gießkanne, so daß es gleichförmig benetzt wird und setzt nun nach und nach 3 Kannen (11 Pfd.) englische Schwefelsäure zu, wobei man gleichfalls mit einer Schaufel umrührt. Es entsteht ein lebhaftes Aufschäumen der Masse, welches jedoch nicht bis zum Uebersteigen derselben über den Rand des Teiches führt, wenn die Schwefelsäure portionenweise zugeschüttet wird. Nach 24 Stunden besprengt man die Masse abermals mit 3 Kannen Wasser, setzt wieder 3 Kannen Schwefelsäure unter Umschaufeln zu und läßt die Substanzen 24 Stunden auf einander wirken. Nach dieser Zeit rührt man das abgesiebte feine Knochenpulver darunter und schaufelt endlich die aufgeschlossene Knochenmasse mit der Asche und Erde des Dammes gut durcheinander, bis sie mit der letztern gleichmäßig vermischt ist. Man erhält auf diese Art ein krümliges Pulver, welches sich mit der Hand oder mittelst einer Holzschaufel leicht gleichförmig über den Acker ausstreuen läßt.

Die Schwefelsäure dient nur zur Lösung der schon im Knochenmehle vorhandenen Pflanzennahrung; zur direkten Ernährung der Pflanzen trägt die Schwefelsäure unter den hier statthabenden Verhältnissen wenig oder gar nicht bei. Man wird also eine ähnliche schnelle Wirkung des Knochenmehles durch alle Mittel herbeiführen können, welche gleichfalls die Zersetzung des Knochenmehles in kurzer Zeit veranlassen. Das einfachste Mittel, welches

reichend feucht zu halten und der letzteren 1—2 Pfd. Schwefelsäure zu
setzen, sobald man die Entwickelung eines ammoniakalischen Geruches
dem Innern des Haufens wahrnimmt. Vielleicht ist die Zersetzung
Knochenmehles durch Zusatz einer geringen Quatität Rapsmehl oder
andern stickstoffreichen und leicht in Fäulniß übergehenden Düngstoffen
wesentlich zu beschleunigen. Als Regel aber sollte gelten, das Präparat
dann auf den Acker auszustreuen oder mit der betreffenden Saat in Berüh-
rung zu bringen, wenn die einzelnen Knochensplitter und Stückchen vollständig
zerfallen sind und das Ganze als eine durch und durch gleichförmige Masse
erscheint. Ein Dünger, welcher in geringer Quantität angewandt in einem
einzigen Jahre reichlich sich verwerthet, muß überall vortheilhafter sein,
eine Düngung, welche erst nach drei oder vier Jahren die für dieselbe ange-
legten Kosten wieder vollständig zu decken vermag.

Weitere Bemerkungen über die Anwendung des Knochenmehles,
Guano und anderer käuflicher Düngstoffe als ganze Düngung, als Bei-
Ueberdüngung, sowie über die Quantitäten, welche unter gewissen Verhält-
nissen, bei der Kultur bestimmter Pflanzen auszustreuen sein möchten,
in dem folgenden Kapitel mitgetheilt werden, in welchem von den einzelnen
Momenten zur Feststellung des ökonomischen Werthes der verschiedenen
Düngmittel die Rede sein wird.

4. Guano.

Der Guano ist das concentrirteste aller käuflichen Düngmittel, welche
im Großen Anwendung finden; aber in Folge dieser Concentration kann
dem Guano bei falscher Behandlung auch leicht ein Theil der wirksamen Be-
standtheile verloren gehen. Zur größeren Befestigung der flüchtigen Sub-
stanzen kann man beim Guano nicht gut chemische Mittel anwenden, indem
die Schwefelsäure, dem reinen Guano zugesetzt, durch das Zusammenballen
des Düngmittels dem Ausstreuen desselben Hindernisse entgegensetzt und
auch auf die vorhandenen organischen Stoffe einen zu energisch zersetzenden
Einfluß äußert, dagegen der Gips und der Eisenvitriol nur bei Gegenwart
von viel Feuchtigkeit eine bindende Kraft äußern. Es ist aber bei dem Guano
ungeachtet seines großen Stickstoffgehaltes keineswegs ein wesentlicher Verlust
zu befürchten, wenn nur eine Bedingung auf das Sorgfältigste beobachtet
wird, nämlich die der gleichförmigen Vertheilung über eine be-
stimmte Fläche. Der Guano löst sich bald in der Bodenfeuchtigkeit fast voll-
ständig auf und ist dieses einmal geschehen, ehe die Fäulniß vollstän-
dig erfolgt ist, so hält die humose Ackerkrume die flüchtigen Substanzen
mit so großer Kraft zurück, daß nur lange anhaltende Trockenheit und

günstige Witterung einen bedeutenden Verlust zu bewirken im Stande sind.
agegen erleidet der Guano sehr leicht eine theilweise Verflüchtigung, wenn
ne gleichförmige Vertheilung bewerkstelligt wurde, wenn namentlich einige
ößere Klümpchen zugegen waren, welche nicht rasch genug aufgelöst wer-
n und vielleicht auf der Oberfläche des Ackers unbedeckt dem Einfluß der
ft und Sonne ausgesetzt liegen. Es sollten keine Kosten und keine Mühe
spart werden, um gleichförmige Vertheilung des Guano beim Ausstreuen
d Unterbringen auf das Vollkommenste zu erreichen. Man muß zu diesem
ehufe durchaus den Guano vor seinem Ausstreuen zu einem möglichst feinen
ulver zerstoßen, sämmtliche große und kleine Stücke zerreiben, welches
mentlich bei den besseren Guanosorten mit Leichtigkeit sich bewerkstelligen
ßt. Man siebt von dem käuflichen Guano zunächst das feine Pulver ab;
e gröberen Stücke werden durch Dreschen und Stampfen weiter gepulvert,
ieder abgesiebt und dieses so oft wiederholt, bis das Ganze in die Form
nes feinen Pulvers übergeführt ist. Bleiben noch zuletzt einige zähe Stück-
en übrig, die sich nicht gut pulvern lassen, so kann man diese mit viel Erde
t einem Composte zusammenmischen und so unter Behandlung mit Jauche
nd durch längere Gährung ebenfalls zur vollständigen Auflösung und Ver-
heilung bringen. Nach dem Pulvern wird der Guano mit Erde gemengt,
elche frei von Steinen, ganz feinkörnig, wo möglich lehmig, humos, locker
nd weich anzufühlen sein muß, so daß das specifische Gewicht der Erde nicht
ar zu sehr abweicht von dem des Guanopulvers, indem nur in diesem Falle
ne vollkommene Mengung und namentlich bei dem Ausstreuen eine gleich-
rmige Vertheilung stattfinden kann. Man kann von der fein zerriebenen
Erde ein gleiches Gewicht oder das Doppelte, Dreifache rc. des Gewichtes
on Guano nehmen, je nachdem man eine bestimmte Quantität Guano über
ine kleinere oder größere Fläche zu vertheilen wünscht. Diesem Gemenge
ann man auch etwas Asche oder Gips zusetzen. Jedoch ist zu bemerken, daß
ie Mischung des Guano mit Asche allein, welche vor dem Ausstreuen häufig
orgenommen wird, in dem irrigen Glauben, dadurch die Wirkung des Guano
edeutend zu steigern, — eher einen nachtheiligen als nützlichen Erfolg äußert,
nd zwar weil keine vollständige und innige Mischung von Asche und Guano
ewirkt werden kann; denn die Holzasche ist zu diesem Behufe specifisch zu
eicht, die gewöhnlich sehr sandige Torfasche zu schwer, außerdem stäubt die
Asche im trocknen Zustande bedeutend, während sie angefeuchtet leicht zusam-
menbackt. Eine lockere, lehmige und humose Ackererde ist unter allen Um-
ständen als Zusatz zum Guano der reinen Asche vorzuziehen. Die Mischung
der Erde mit dem Guano wird bald oder sofort, nachdem sie bereitet worden
ist, über den fertig bestellten Acker ausgestreut und sogleich flach eingeeggt,

reichend feucht zu halten und der letzteren 1—2 Pfd. Schwefelsäure zuzusetzen, sobald man die Entwickelung eines ammoniakalischen Geruches aus dem Innern des Haufens wahrnimmt. Vielleicht ist die Zersetzung des Knochenmehles durch Zusatz einer geringen Quatität Rapsmehl oder von andern stickstoffreichen und leicht in Fäulniß übergehenden Düngstoffen noch wesentlich zu beschleunigen. Als Regel aber sollte gelten, das Präparat erst dann auf den Acker auszustreuen oder mit der betreffenden Saat in Berührung zu bringen, wenn die einzelnen Knochensplitter und Stückchen vollständig zerfallen sind und das Ganze als eine durch und durch gleichförmige Masse erscheint. Ein Dünger, welcher in geringer Quantität angewandt in einem einzigen Jahre reichlich sich verwerthet, muß überall vortheilhafter sein, als eine Düngung, welche erst nach drei oder vier Jahren die für dieselbe ausgelegten Kosten wieder vollständig zu decken vermag.

Weitere Bemerkungen über die Anwendung des Knochenmehles, des Guano und anderer käuflicher Düngstoffe als ganze Düngung, als Bei- oder Ueberdüngung, sowie über die Quantitäten, welche unter gewissen Verhältnissen, bei der Kultur bestimmter Pflanzen auszustreuen sein möchten, werden in dem folgenden Kapitel mitgetheilt werden, in welchem von den einzelnen Momenten zur Feststellung des ökonomischen Werthes der verschiedenen Düngmittel die Rede sein wird.

4. Guano.

Der Guano ist das concentrirteste aller käuflichen Düngmittel, welche im Großen Anwendung finden; aber in Folge dieser Concentration kann aus dem Guano bei falscher Behandlung auch leicht ein Theil der wirksamen Bestandtheile verloren gehen. Zur größeren Befestigung der flüchtigen Substanzen kann man beim Guano nicht gut chemische Mittel anwenden, indem die Schwefelsäure, dem reinen Guano zugesetzt, durch das Zusammenbacken des Düngmittels dem Ausstreuen desselben Hindernisse entgegengesetzt und auch auf die vorhandenen organischen Stoffe einen zu energisch zersetzenden Einfluß äußert, dagegen der Gips und der Eisenvitriol nur bei Gegenwart von viel Feuchtigkeit eine bindende Kraft äußern. Es ist aber bei dem Guano ungeachtet seines großen Stickstoffgehaltes keineswegs ein wesentlicher Verlust zu befürchten, wenn nur eine Bedingung auf das Sorgfältigste beobachtet wird, nämlich die der gleichförmigen Vertheilung über eine bestimmte Fläche. Der Guano löst sich bald in der Bodenfeuchtigkeit fast vollständig auf und ist dieses einmal geschehen, ehe die Fäulniß vollständig erfolgt ist, so hält die humose Ackerkrume die flüchtigen Substanzen mit so großer Kraft zurück, daß nur lange anhaltende Trockenheit und sehr

ungünstige Witterung einen bedeutenden Verlust zu bewirken im Stande sind. Dagegen erleidet der Guano sehr leicht eine theilweise Verflüchtigung, wenn keine gleichförmige Vertheilung bewerkstelligt wurde, wenn namentlich einige größere Klümpchen zugegen waren, welche nicht rasch genug aufgelöst werden und vielleicht auf der Oberfläche des Ackers unbedeckt dem Einfluß der Luft und Sonne ausgesetzt liegen. Es sollten keine Kosten und keine Mühe gespart werden, um gleichförmige Vertheilung des Guano beim Ausstreuen und Unterbringen auf das Vollkommenste zu erreichen. Man muß zu diesem Behufe durchaus den Guano vor seinem Ausstreuen zu einem möglichst feinen Pulver zerstoßen, sämmtliche große und kleine Stücke zerreiben, welches namentlich bei den besseren Guanosorten mit Leichtigkeit sich bewerkstelligen läßt. Man siebt von dem käuflichen Guano zunächst das feine Pulver ab; die gröberen Stücke werden durch Dreschen und Stampfen weiter gepulvert, wieder abgesiebt und dieses so oft wiederholt, bis das Ganze in die Form eines feinen Pulvers übergeführt ist. Bleiben noch zuletzt einige zähe Stückchen übrig, die sich nicht gut pulvern lassen, so kann man diese mit viel Erde zu einem Composte zusammenmischen und so unter Behandlung mit Jauche und durch längere Gährung ebenfalls zur vollständigen Auflösung und Vertheilung bringen. Nach dem Pulvern wird der Guano mit Erde gemengt, welche frei von Steinen, ganz feinkörnig, wo möglich lehmig, humos, locker und weich anzufühlen sein muß, so daß das specifische Gewicht der Erde nicht gar zu sehr abweicht von dem des Guanopulvers, indem nur in diesem Falle eine vollkommene Mengung und namentlich bei dem Ausstreuen eine gleichförmige Vertheilung stattfinden kann. Man kann von der fein zerriebenen Erde ein gleiches Gewicht oder das Doppelte, Dreifache rc. des Gewichtes von Guano nehmen, je nachdem man eine bestimmte Quantität Guano über eine kleinere oder größere Fläche zu vertheilen wünscht. Diesem Gemenge kann man auch etwas Asche oder Gips zusetzen. Jedoch ist zu bemerken, daß die Mischung des Guano mit Asche allein, welche vor dem Ausstreuen häufig vorgenommen wird, in dem irrigen Glauben, dadurch die Wirkung des Guano bedeutend zu steigern, — eher einen nachtheiligen als nützlichen Erfolg äußert, und zwar weil keine vollständige und innige Mischung von Asche und Guano bewirkt werden kann; denn die Holzasche ist zu diesem Behufe specifisch zu leicht, die gewöhnlich sehr sandige Torfasche zu schwer, außerdem stäubt die Asche im trocknen Zustande bedeutend, während sie angefeuchtet leicht zusammenbackt. Eine lockere, lehmige und humose Ackererde ist unter allen Umständen als Zusatz zum Guano der reinen Asche vorzuziehen. Die Mischung der Erde mit dem Guano wird bald oder sofort, nachdem sie bereitet worden ist, über den fertig bestellten Acker ausgestreut und sogleich flach eingeeggt,

mittel an Stickstoff und Phosphorsäure, also an den in landwirthschaftl
Hinsicht wichtigsten Düngerbestandtheilen, nach seinen eigenen und Payen
Analysen angegeben und zugleich die Aequivalentzahlen berechnet sind, w
man erhält, wenn man jenen Gehalt auf einen Stalldünger mit 66,7
Wasser und von mittlerer Zusammensetzung bezieht. Die Boussingault
Düngerwerthstabelle ist hier in etwas abgekürzter Form abgedruckt

Benennung der Düngstoffe.	Wassergehalt.	Stickstoff in 100 Th. der Substanz. Trocken.	Feucht.	Phosphorf. der trocknen Substanz.	Aequiv. d. Subst. dem Stickstoff	Aequiv. d. Subst. d. Phosphors.
	Prc.	Prc.	Prc.	Prc.		
Gewöhnlicher Dünger . . .	79,0	2,00	0,41	1,00	—	–
Gemischter Dünger . . .	66,7	1,87	0,60	1,45	100,0	[illegible]
Weizenstroh	19,3	0,36	0,24	0,22	250,0	[illegible]
Roggenstroh	12,2	0,20	0,17	0,15	352,9	[illegible]
Haferstroh	21,0	0,36	0,28	0,21	214,2	[illegible]
Gerstenstroh	11,0	0,26	0,23	0,20	260,9	[illegible]
Tannensägespäne	24,0	0,31	0,23	0,03	260,9	[illegible]
Rübenpreßlinge	70,0	1,26	0,38	—	157,9	–
Träber von Weintrauben . .	68,6	2,00	0,63	0,80	95,2	[illegible]
Leinkuchen	13,4	6,00	5,20	3,83	11,5	[illegible]
Rapskuchen	10,5	5,50	4,92	4,34	12,2	[illegible]
Leindotterkuchen	6,5	5,93	5,52	—	10,9	–
Hanfkuchen	5,0	4,78	4,21	1,08	14,2	[illegible]
Mohnkuchen	6,0	5,70	5,36	—	11,2	–
Kuhkoth	85,9	2,30	0,32	0,74	187,5	[illegible]
Kuhharn	92,1	12,15	0,96	—	62,5	–
Pferdemist	75,3	2,21	0,55	1,22	118,8	[illegible]
Pferdeharn	91,0	16,44	1,48	—	40,5	–
Schweinekoth	84,0	4,40	0,70	3,87	85,7	[illegible]
Schweineharn	97,9	11,00	0,23	2,09	260,9	[illegible]
Schafkoth	57,6	1,70	0,72	1,52	83,3	[illegible]
Schafharn	36,5	9,70	1,30	0,03	45,8	–
Taubenkoth	61,8	9,12	3,48	5,88	17,2	[illegible]
Menschenkoth	73,3	1,48	0,40	0,82	150,0	[illegible]
Menschenharn	93,3	21,64	1,45	3,88	41,4	[illegible]
Harn aus Pissoirs	96,9	23,22	0,72	—	83,3	–
Flamänderdünger	—	—	0,20	—	300,0	–
Poudrette von Belloni . . .	12,5	4,40	3,85	—	15,6	–
Poudrette von Montfaucon .	41,4	2,67	1,56	1,08	38,5	[illegible]
Muskelfleisch, lufttrocken . .	8,5	14,25	13,04	0,24	4,6	[illegible]
Flüssiges Blut	81,0	15,58	2,95	1,63	20,3	[illegible]
Getrocknetes Blut des Handels	21,4	15,50	12,18	1,63	4,9	[illegible]
Rückstände von Berlinerblau .	53,4	2,80	1,31	—	45,8	–
Knochenmehl	8,0	8,89	6,22	22,20	9,6	[illegible]
Schwarz der Zuckerraffinerien .	47,7	2,04	1,06	—	56,6	–

gere Wirkung äußert, und daß man bei seiner Anwendung alle Vorsichtsmaßregeln beobachten muß, die oben angegeben sind.

5. Oelkuchenmehl.

Wie der Guano, so zersetzt sich auch das Oelkuchenmehl sehr schnell und liefert Produkte, welche das Wachsthum der Pflanzen im hohen Grade fördern und unterstützen; es zersetzt sich, wenn es nicht in besonders großer Menge angewendet wird, schon in einem einzigen Jahre fast vollständig, es gehört also zu den wenig in ihrer Wirkung anhaltenden Düngmitteln. Wie bekannt darf das Oelkuchenmehl nicht gleichzeitig mit der Saat ausgestreut werden, sondern es muß dieses womöglich einige Tage vorher geschehen aus Gründen, die ich schon früher erörtert habe. Die unter Umständen nachtheilige Wirkung des Oelkuchenmehles auf die Keimkraft der Samenkörner kann, außer durch das zeitigere Ausstreuen des ersteren, auch auf die Weise verhindert werden, daß man das Düngmittel zuerst einige Tage lang der Fäulniß unterwirft. Zu diesem Behufe ist es nothwendig das Oelkuchenmehl mit wenigstens dem doppelten Gewichte an Erde zu mischen, die aus der Mischung gebildeten Haufen noch mit einer Erdschicht zu bedecken und das Ganze mit Jauche anzufeuchten, zu welcher letzteren man auf jeden Centner des Düngmittels einige Pfund Schwefelsäure setzen oder dem Ganzen etwas Gips beimengen kann. Nach einer derartigen Behandlung halte ich für gut, nicht zu große Quantitäten des Düngmittels anzuwenden, weil die leichte Auflöslichkeit und Zersetzbarkeit desselben sonst den jungen Pflanzen wegen Zuführung einer zu großen Menge von Nahrung auf ein Mal schädlich werden kann. Die Quantität von 500 bis 600 Kil. auf der Fläche eines Hectare möchte für eine Frucht genügen. Im Uebrigen ist hinsichtlich der sorgfältigen Mischung und Vertheilung des Oelkuchenmehles dieselbe Vorsicht anzuwenden, wie sie bei dem Guano empfohlen worden ist.

III. Momente zur Bestimmung des ökonomischen Werthes der wichtigeren Düngmittel.

Der Werth eines Düngmittels muß zunächst bedingt sein durch seine Zusammensetzung, durch seinen Gehalt an solchen Stoffen, welche entweder sofort zur Ernährung der Pflanzen dienen können oder nachdem die düngende Substanz im Erdboden eine gewisse, unter den vorhandenen Verhältnissen mehr oder weniger leicht eintretende Zersetzung erlitten hat. Boussingault hat eine Tabelle mitgetheilt, in welcher der Gehalt der Düng-

18 Kil. Oelkuchen vermehren also, indem sie zu einer Garbe Weizen werden, ihren Werth um 1 Thlr. 19 Sgr. Selbst wenn man annimmt, daß nur die Hälfte oder der dritte Theil von dem, was die Voraussetzung angiebt, aufgenommen werde, sieht man, daß ein Zusatz von Oelkuchen versucht werden muß, und daß man Nichts vernachlässigen darf, ihre Anwendung als Dünger allgemeiner zu machen. — In Frankreich ist die Erzeugung der Oelkuchen äußerst beträchtlich. Zu dem Ertrage des eigenen Bodens kommen noch die, welche aus dem vom Auslande bezogenen Samen gewonnen werden. Diese Zufuhr vermehrt sich noch mit jedem Jahre; im Jahre 1837 betrug sie 2,557,470 Kil., und 1840 war sie bis auf 4,955,950 Kil. Oelsamen gestiegen. Durchschnittlich liefern die Oelkörner nach dem Pressen in runder Zahl 60 Prc. Rückstand. Nach glaubwürdigen Angaben führt man nicht allein die aus diesen Samen erhaltenen Oelkuchen, sondern auch noch die, welche durch den Anbau in Frankreich gewonnen werden, aus. 1837 betrug diese Ausfuhr 5 Millionen Kil. und 1840 sogar 10 Millionen Kil. Dies ist für die Landwirthschaft etwas sehr Beklagenswerthes. Aus dem eben erwähnten Beispiele ersieht man, daß, bei angemessener Verwendung, 10 Millionen Kil. Oelkuchen für 56 Mill. Kil. Weizengarben den Stickstoff, also den wichtigsten Bestandtheil, liefern können. Aus einer solchen Ernte gewinnt man 231,115 Hectoliter Weizen, welcher 1,109,333 Thlr., und 38,000,000 Kil. Stroh, welches 302,400 Thlr. werth ist; beides zusammen hat demnach einen Werth von 1,411,733 Thlr.; für die verkauften Oelkuchen werden jedoch nur 160,000 Thlr. eingenommen, wonach sich der der Nationallandwirthschaft hieraus erwachsende Schaden auf 1,251,733 Thlr. berechnet.

Es ist im Obigen der Nutzen nachgewiesen worden, welchen die bei der Kultur der Halmfrüchte als Dünger benutzten Leindotterkuchen darbieten können; jetzt soll untersucht werden, ob sie bei dem damaligen niedrigen Preise zur Erzeugung von Heu und Kartoffeln benutzt werden können. Die hochgelegenen Wiesen zu Bechelbronn geben, wenn sie nicht mit frischer Erde überdeckt worden sind, sehr wenig befriedigende Resultate; ihre Lage macht sie den Geschirren schwer zugänglich, und Oelkuchen würden daher ganz an ihrem Platze sein. 100 Kil. Heu (2 Ctr.) haben einen Durchschnittswerth von etwa 1 Thlr. 18 Sgr. Die Zusammensetzung des Grummets zu Grunde legend, kann man den Stickstoffgehalt des Heu's von natürlichen Wiesen zu 1,5 Prc. annehmen.

100 Kil. Heu, welche 1,5 Kil. Stickstoff enthalten, kosten . . .	1 Thlr.	18 Sgr.
Zur Erzeugung derselben würde man 23,5 Kil Oelkuchen (in denen 1,5 Kil. Stickstoff) nöthig haben diese kosten	— „	16 „
Unterschied	1 Thlr.	2 Sgr.

Hiernach würde es vortheilhaft sein, die Wiesen durch Oelkuchen zu verbessern. — Nach den im Jahr 1839 zu Bechelbronn gemachten Erfahrungen verhält sich das Gewicht der Kartoffeln (im gewöhnlichen Zustande) zu dem des als trocken angenommenen Krautes wie 100 : 6,4. Die Knollen enthalten:

0,36 Prc. Stickstoff, 100 Kil. also 0,36 Kil. Stickstoff, sie kosten 16 Sgr.

Die trocknen Blätter:

2,30 Prc. Stickstoff; 6,4 Kil. also 0,15 „ „ „ „ — „

0,51 Kil. 16 Sgr.

Diese 0,51 Kil. Stickstoff sind in 9,3 Kil.

Oelkuchen enthalten, welche kosten . . . . 6 Sgr.

Unterschied 10 Sgr.

Wenn also 100 Kil. Oelkuchen 2 Thlr. 4 Sgr. kosten, so können sie beim Kartoffelbau noch benutzt werden; steigt aber ihr Preis, wie es in manchen Jahren (in Frankreich) der Fall ist, auf 5 Thlr. 10 Sgr., so ist eine solche Verwendung nicht mehr statthaft; denn alsdann würden 9,3 Kil. fast 16 Sgr. kosten. Die in der Tabelle angegebenen Ersatzwerthe drücken den relativen Werth der verschiedenen Dünger aus; man ersieht daraus das Verhältniß, in welchem die eine Substanz der anderen substituirt werden muß, und bestimmt bei Einkäufen nach ihren gegenseitigen Aequivalenten, welche die vortheilhaftere ist.

Eine andere Methode zur Bestimmung des Werthes der Düngmittel ist von Stöckhardt in Vorschlag gebracht worden. Wie würde man sich die Bestandtheile, welche das zu tarirende Düngmittel enthält, auf andere Weise am billigsten verschaffen können? Dies ist die Frage, welche Stöckhardt zunächst zu beantworten versucht. Aus dem Handelswerthe der als Düngerbestandtheile vorkommenden Materialien wurde der für die einzelnen Bestandtheile festzusetzende Preis ermittelt, dieser aber in vielen Fällen wieder abgeändert, wenn sich nämlich bei Zugrundelegung desselben zur Berechnung der im Handel wirklich vorkommenden und einen festen Handelswerth besitzenden Düngmittel ein unverhältnißmäßiger, von dem wirklichen Handelswerthe sehr abweichender Preis herausstellte. „Ein vollständiger Einklang“, bemerkt Stöckhardt, „des wirklichen Preises mit dem theoretischen ist jedoch auch auf diese Weise nicht zu erreichen gewesen, aber ich halte dafür, daß die bei den unten mitgetheilten Beispiels-Berechnungen noch immer vorkommenden Differenzen solcher Art sind, daß man den theoretischen, durch die hier vorgeschlagene Rechnung gefundenen Preis für den richtigeren, den wirklich gegenwärtigen Handelspreis aber für den weniger richtigen anzusehen berechtigt ist.“ Die einzelnen Stoffe, welche mit besonderen Preisen belegt wurden, sind folgende:

1. Vom Stickstoff ist zu berechnen 1 Pfd. mit . . . . 8 Ngr. — Pf.
   wenn derselbe als Ammoniak (oder Salpetersäure) zugegen ist.
2. Vom Stickstoff ist zu berechnen 1 Pfd. mit . . . . 6 „ — „
   wenn derselbe durch Fäulniß oder Verwesung noch keine Veränderung erlitten hat.
3. Von den organischen, stickstofffreien Stoffen ist zu berechnen 1 Pfd. mit — „ ½ „
4. Von den Kalisalzen ist zu berechnen 1 Pfd. mit . . . . 1 „ — „
   oder von Kali besonders . . . 1 „ „ . . . . 1 „ 5 „
5. Von den Natronsalzen . . . 1 „ „ . . . . — „ 5 „
6. Von dem phosphorsauren Kalk oder den phosphorf. Erden 1 Pfd. mit — „ 5 „
   oder von der Phosphorsäure besonders 1 Pfd. mit . . . . 1 „ — „
7. Von dem Gips . . . . 1 „ „ . . . . — „ 1 „
8. Von dem Kalk . . . . 1 „ „ . . . . — „ ½ „

Zur größeren Verdeutlichung, so wie zur Vergleichung des durch Rechnung gefundenen Werthes der bekannteren käuflichen Düngmittel mit ihrem gegenwärtigen Handelspreise sind folgende Beispiele mitgetheilt worden:

	1. Bester Guano. (Peruanischer.)			2. Mittelm. Guano. (Schabo.)			3. Schlechter Guano. (Patagonischer.)		
	Prc.	Ngr.	Pf.	Prc.	Ngr.	Pf.	Prc.	Ngr.	Pf.
Stickstoff (als Ammoniak) . . .	12,56 =	100	6	6,8 =	54	4	0,74 =	6	—
Organische Stoffe	59,1 =	3	—	37,0 =	1	9	9,0 =	—	5
Kalisalze	2,9 =	2	9	2,7 =	2	7	Spr. =	—	—
Natronsalze	0,5 =	—	3	4,0 =	2	—	3,6 =	1	8
Phosphorsaure Erden	26,0 =	13	—	29,1 =	15	—	60,0 =	30	—
Gips	— =	—	—	— =	—	—	5,4 =	—	6
Kohlensaure Erden	Spur =	—	—	— =	—	—	Spr. =	—	—
Berechneter Preis für 100 Pfd.	= 119 Ngr. 8 Pf.			76 Ngr.			38 Ngr. 9 Pf.		
Handelspreis (in Sachsen) . .	= 4 bis 4⅓ Thlr.			3½ bis 4 Thlr.			3 bis 3½ Thlr.		

	4. Knochenmehl.			5. Rapsmehl.			6 Düngesalz von Dürrenberg.		
	Prc.	Ngr.	Pf.	Prc.	Ngr.	Pf.	Prc.	Ngr.	Pf.
Stickstoff (unverfault)	5 =	30	—	4½ =	27	—	— =	—	—
Organische Stoffe	26 =	1	3	77 =	3	9	— =	—	—
Phosphorsaure Erden	51 =	25	5	3½ =	1	8	— =	—	—
Kalisalze	— =	—	—	2¾ =	2	7	½ =	—	5
Natronsalze	½ =	—	3	— =	—	—	1½ =	—	8
Kohlensaurer Kalk	9 =	—	5	½ =	—	1	6 =	—	3
Gips	— =	—	—	— =	—	—	78 =	7	8
Berechneter Preis für 100 Pfd. .	= 57 Ngr. 6 Pf.			35 Ngr. 5 Pf.			9 Ngr. 4 Pf.		
Handelspreis	= 1½ bis 2 Thlr.			¾ bis 1 Thlr.			10½ Ngr.		

Die von Boussingault mitgetheilte Düngerwerthstabelle würde eine noch bessere Uebersicht gewähren, wenn auch der dritte landwirthschaftlich wich-

lige Bestandtheil des Düngers, das Kali nämlich, Beachtung gefunden hätte. Es wäre dann möglich, mit Hülfe dieser Tabelle wenigstens diejenigen Stoffe hinsichtlich ihres Düngwerthes mit einander zu vergleichen, in welchen der Stickstoff, die Phosphorsäure und das Kali in einem ähnlichen Zustande der Löslichkeit oder in gleichen Verbindungen vorkommen. Es ist allgemein bekannt, daß die Schnelligkeit, mit welcher ein Düngmittel seine Bestandtheile in wirkliche Pflanzennahrung umzuwandeln und diese mehr oder weniger vollständig in die Pflanze überzuführen vermag, eine überaus verschiedene ist. Diese Thatsache ist vorzugsweise einleuchtend hinsichtlich des wichtigsten Bestandtheiles der Düngmittel, nämlich des Stickstoffes. Der in den Knochen enthaltene Stickstoff hat erst dann gleichen Werth mit dem im Guano und Rapsmehl enthaltenen Stickstoff, wenn der erstere durch Behandlung der Knochen mit Schwefelsäure in einen gleich auflöslichen und schnell wirkenden Zustand übergeführt wird; die wollenen Lumpen, obgleich sehr reich an Stickstoff, haben dennoch einen ungleich geringeren ökonomischen Werth, als der Guano, weil die ersteren sich zu langsam zersetzen, als daß sie den sich entwickelnden Pflanzen stets eine genügende Menge von Ammoniak darbieten könnten; sie müßten erst durch eine passende Behandlung zu einer schnelleren Wirkung bestimmt werden; hierdurch würden aber neue Opfer an Geld und an Zeit erforderlich. Aus diesem Grunde hat Stöckhardt mit Recht zweierlei Werthe für den Stickstoff, je nach dem Zustande, in welchem er vorhanden ist, in Rechnung gebracht; es ist aber wohl nicht zu läugnen, daß selbst diese zweierlei Werthe nicht genügen, sondern daß in dieser Hinsicht gleichsam jedes Düngmittel sich wieder anders verhält und daß eigentlich dem Stickstoff in jeder neuen mechanischen wie chemischen Verbindung ein anderer Geldwerth beigelegt werden müßte. Dieser Werth richtet sich nämlich keineswegs allein nach der Quantität und dem Zustande größerer oder geringerer Auflöslichkeit, sondern vielleicht ebenso sehr nach der Menge und der Beschaffenheit der übrigen Bestandtheile, die mit dem Stickstoffe zugleich wirkend auftreten und ebenfalls in dem betreffenden Düngmittel dem Boden zugeführt werden. Für die Phosphorsäure hat Stöckhardt nur einen bestimmten Geldwerth aufgeführt, dennoch aber möchte der wirkliche ökonomische Werth dieser Substanz in jedem Düngmittel ein verschiedener sein; die Wirkung des besten peruanischen Guano's ist deswegen eine so überaus günstige, weil Stickstoff und Phosphorsäure nicht allein in gegenseitig entsprechenden Mengenverhältnissen auftreten, sondern auch in einem gleichmäßig löslichen Zustande sich befinden; die Auflösung der Phosphorsäure wird theils durch das schon vorhandene oder schnell sich bildende Ammoniak vermittelt, theils aber ist dieselbe schon gegeben durch die bereits existirende Verbindung mit Alkalien; die mittelmäßigen und schlech-

teren Guanosorten wirken auch deswegen weniger günstig, weil in denselben die Phosphorsäure fast ausschließlich in der schwerlöslichen Verbindung mit Kalkerde auftritt und der vorhandene Ammoniakgehalt nicht ausreichend ist, um eine genügende Menge der Phosphorsäure auflöslich und den Pflanzen zugänglich zu machen. Die Rapskuchen würden wahrscheinlich als Düngmittel einen höheren ökonomischen Werth besitzen, wenn in ihnen gleichzeitig mit dem vorhandenen und ziemlich leicht in assimilirbare Pflanzennahrung übergehenden Stickstoff eine entsprechende Menge von gleichfalls leicht auflöslicher Phosphorsäure vorkäme. Noch weniger als bei den genannten Bestandtheilen läßt sich der ökonomische Werth der übrigen in den Düngmitteln enthaltenen Stoffe in Geld ausdrücken und nach deren sonstigen Handelswerthe feststellen; der ökonomische Werth derselben ist meist ein ganz anderer als der Handelswerth. In der Stöckhardt'schen Werthbestimmung ist der Preis der Alkalien höher gesetzt worden als der der Phosphorsäure und zwar mußte dieses geschehen nach dem Prinzip, worauf der ganze Versuch gegründet ist, weil der gewöhnliche Handelswerth der Alkalien ein höherer ist als der der Phosphorsäure, indem man für die letztere in den Knochen eine reichliche und billige Bezugsquelle hat, welche für die erstere fehlt, da selbst die gute Holzasche gegenwärtig meist der Landwirthschaft nicht in großer Menge mehr zu Gebote steht. Wenn es aber wahr ist, daß die Phosphorsäure in ökonomischer Hinsicht einen höheren Werth hat, als die Alkalien, dann sieht man, daß nach der Stöckhardt'schen Berechnung der wirkliche ökonomische Werth der Düngstoffe nicht mit Genauigkeit festgestellt werden kann. Ferner ist der Werth der Natronsalze halb so groß angenommen worden, als derjenige der Kalisalze; die letzteren haben jedoch, als direkte Pflanzennahrung betrachtet, für fast alle Kulturpflanzen eine wenigstens zehnfach höhere Bedeutung als die ersteren, weil nur das Kali als wesentliches Nahrungsmittel der Kulturgewächse angesehen werden kann, während das Natron, namentlich das Kochsalz nur in einzelnen Fällen eine indirekt günstige Wirkung auf die Vegetation äußert; bei einer allgemeinen Werthbestimmung der Düngmittel kann daher auch die Gegenwart geringer Mengen von Kochsalz kaum irgend eine Bedeutung gewinnen. Wenn man überhaupt die Kali- und Natronsalze bei einer Werthbestimmung der käuflichen Düngstoffe mit in Anrechnung bringen will, dann muß man auch wieder Unterschiede machen, nicht allein nach der Art des vorhandenen Alkali's, sondern auch nach der Verbindung desselben mit dieser oder jener Säure. Unter gleichen äußeren Verhältnissen scheint nämlich die Wirkung des Kochsalzes, der Soda, des Glaubersalzes 2c. eine verschiedene zu sein und ebenso verhalten sich die entsprechenden Kaliverbindungen.

Der wirkliche ökonomische Werth der Düngmittel kann mit hinreichender

Genauigkeit im Allgemeinen wie im Besonderen erst dann festgestellt werden, wenn die folgenden Fragen ihre Lösung gefunden haben:

1. Welche Bestandtheile der Düngmittel haben unter den allgemein vorherrschenden Verhältnissen, denen die Landwirthschaft im gemäßigten Klima unterworfen ist, vorzugsweise einen hohen ökonomischen Werth?
2. In welchem Verhältniß stehen die Bestandtheile des Düngers, namentlich dessen Stickstoffgehalt zu den im Mittel durch denselben erzielten Mehrerträgen der Ernten?
3. Wie schnell wirkt das Düngmittel, wie bald verwerthet es sich? Steht die Auflösung und Fäulniß desselben in einem passenden Verhältniß zu der Entwicklung einer bestimmten Pflanze, deren Wachsthum durch dasselbe unterstützt werden soll, oder geht jene Zersetzung zu schnell oder zu langsam von Statten?
4. Bei welcher Art von Früchten zeigt das seinem Werthe nach zu bestimmende Düngmittel den günstigsten Einfluß und bis zu welcher Höhe erhebt sich derselbe?
5. Welche Bodenart, welche Witterung und welche klimatischen Verhältnisse sagen der Wirkung des Düngmittels besonders zu? Zu welcher Jahreszeit und in welcher Form, für sich allein oder mit anderen Stoffen gemengt ist es auszustreuen?
6. In welcher Quantität zeigt das Düngmittel den lohnendsten Erfolg bei der Vegetation der Pflanzen im Allgemeinen und einzelner Gewächse insbesondere?

Die Lösung der hier gestellten Fragen kann nur auf dem Wege der Erfahrung, durch Ausführung einer großen Menge genauer Versuche angestrebt und erreicht werden. Die Resultate, welche die bisher im Großen auf dem Felde angestellten Düngungsversuche geliefert haben, will ich in dem Folgenden übersichtlich mittheilen und dann am Schluß dieses Abschnittes die Lösung der im Obigen angedeuteten praktisch wichtigen Fragen versuchen.

1. Uebersicht der Resultate von im Königreiche Sachsen ausgeführten Düngungsversuchen.

1. Zenker in Kleinwolmsdorf. Dürftiger, strenger, träger, feuchter Lehmboden, guter Hafer-, schwacher Weizenboden. 1846 Schafhutung und im Herbste zu Winterroggen gedüngt. Versuche auf je 75 □R.

teren Guanosorten wirken auch deswegen weniger günstig, weil in denselben die Phosphorsäure fast ausschließlich in der schwerlöslichen Verbindung mit Kalkerde auftritt und der vorhandene Ammoniakgehalt nicht ausreichend ist, um eine genügende Menge der Phosphorsäure auflöslich und den Pflanzen zugänglich zu machen. Die Rapskuchen würden wahrscheinlich als Düngemittel einen höheren ökonomischen Werth besitzen, wenn in ihnen gleichzeitig mit dem vorhandenen und ziemlich leicht in assimilirbare Pflanzennahrung übergehenden Stickstoff eine entsprechende Menge von gleichfalls leicht auflöslicher Phosphorsäure vorkäme. Noch weniger als bei den genannten Bestandtheilen läßt sich der ökonomische Werth der übrigen in den Düngmitteln enthaltenen Stoffe in Geld ausdrücken und nach deren sonstigen Handelswerthe feststellen; der ökonomische Werth derselben ist meist ein ganz anderer als der Handelswerth. In der Stöckhardt'schen Werthbestimmung ist der Preis der Alkalien höher gesetzt worden als der der Phosphorsäure und zwar mußte dieses geschehen nach dem Prinzip, worauf der ganze Versuch gegründet ist, weil der gewöhnliche Handelswerth der Alkalien ein höherer ist als der der Phosphorsäure, indem man für die letztere in den Knochen eine reichliche und billige Bezugsquelle hat, welche für die erstere fehlt, da selbst die gute Holzasche gegenwärtig meist der Landwirthschaft nicht in großer Menge mehr zu Gebote steht. Wenn es aber wahr ist, daß die Phosphorsäure in ökonomischer Hinsicht einen höheren Werth hat, als die Alkalien, dann sieht man, daß nach der Stöckhardt'schen Berechnung der wirkliche ökonomische Werth der Düngstoffe nicht mit Genauigkeit festgestellt werden kann. Ferner ist der Werth der Natronsalze halb so groß angenommen worden, als derjenige der Kalisalze; die letzteren haben jedoch, als direkte Pflanzennahrung betrachtet, für fast alle Kulturpflanzen eine wenigstens zehnfach höhere Bedeutung als die ersteren, weil nur das Kali als wesentliches Nahrungsmittel der Kulturgewächse angesehen werden kann, während das Natron, namentlich das Kochsalz nur in einzelnen Fällen eine indirekt günstige Wirkung auf die Vegetation äußert; bei einer allgemeinen Werthbestimmung der Düngmittel kann daher auch die Gegenwart geringer Mengen von Kochsalz kaum irgend eine Bedeutung gewinnen. Wenn man überhaupt die Kali- und Natronsalze bei einer Werthbestimmung der käuflichen Düngstoffe mit in Anrechnung bringen will, dann muß man auch wieder Unterschiede machen, nicht allein nach der Art des vorhandenen Alkali's, sondern auch nach der Verbindung desselben mit dieser oder jener Säure. Unter gleichen äußeren Verhältnissen scheint nämlich die Wirkung des Kochsalzes, der Soda, des Glaubersalzes ꝛc. eine verschiedene zu sein und ebenso verhalten sich die entsprechenden Kaliverbindungen.

Der wirkliche ökonomische Werth der Düngmittel kann mit hinreichender

Genauigkeit im Allgemeinen wie im Besonderen erst dann festgestellt werden, wenn die folgenden Fragen ihre Lösung gefunden haben:

1. Welche Bestandtheile der Düngmittel haben unter den allgemein vorherrschenden Verhältnissen, denen die Landwirthschaft im gemäßigten Klima unterworfen ist, vorzugsweise einen hohen ökonomischen Werth?
2. In welchem Verhältniß stehen die Bestandtheile des Düngers, namentlich dessen Stickstoffgehalt zu den im Mittel durch denselben erzielten Mehrerträgen der Ernten?
3. Wie schnell wirkt das Düngmittel, wie bald verwerthet es sich? Steht die Auflösung und Fäulniß desselben in einem passenden Verhältniß zu der Entwicklung einer bestimmten Pflanze, deren Wachsthum durch dasselbe unterstützt werden soll, oder geht jene Zersetzung zu schnell oder zu langsam von Statten?
4. Bei welcher Art von Früchten zeigt das seinem Werthe nach zu bestimmende Düngmittel den günstigsten Einfluß und bis zu welcher Höhe erhebt sich derselbe?
5. Welche Bodenart, welche Witterung und welche klimatischen Verhältnisse sagen der Wirkung des Düngmittels besonders zu? Zu welcher Jahreszeit und in welcher Form, für sich allein oder mit anderen Stoffen gemengt ist es auszustreuen?
6. In welcher Quantität zeigt das Düngmittel den lohnendsten Erfolg bei der Vegetation der Pflanzen im Allgemeinen und einzelner Gewächse insbesondere?

Die Lösung der hier gestellten Fragen kann nur auf dem Wege der Erfahrung, durch Ausführung einer großen Menge genauer Versuche angestrebt und erreicht werden. Die Resultate, welche die bisher im Großen auf dem Felde angestellten Düngungsversuche geliefert haben, will ich in dem Folgenden übersichtlich mittheilen und dann am Schluß dieses Abschnittes die Lösung der im Obigen angedeuteten praktisch wichtigen Fragen versuchen.

1. Uebersicht der Resultate von im Königreiche Sachsen ausgeführten Düngungsversuchen.

1. Zenker in Kleinwolmsdorf. Dürftiger, strenger, träger, feuchter Lehmboden, guter Hafer-, schwacher Weizenboden. 1846 Schafhutung und im Herbste zu Winterroggen gedüngt. Versuche auf je 75 □R.

Ernteergebnisse pr. Hectare.

Düngung 1846. auf 1 Hectare.		1847. Winterroggen. Körner.	1848. Gerste. Körner.	1849. Wicken. Körner.	1850. Winterroggen. Körner.	Summe d. sämmtlichen Erträge.
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
a. Schafmist	19,520	3086	2305	1031	734	7156
b. Guano	372	2670	2248	990	661	6569
c. Knochenmehl	744	2532	2589	1440	1224	7785
		Stroh, Spreu und Ueberkehr.				
a. Schafmist		5239	3316	4611	2106	15272
b. Guano		4262	2900	4026	2245	13433
c. Knochenmehl		4370	3176	5155	2505	15206

2. Schneider in Gönnsdorf. 1846 mit weißem Klee angesäeter Brache, im Herbste gedüngt. Die Sommerwitterung des Jahres 1847 war dem Weizen sehr ungünstig; er befiel etwas und der Körnerertrag war überhaupt ziemlich schlecht. Versuche auf je 150 □R.

Ernte auf 1 Hectare.

Düngung. auf 1 Hectare.		1847. Winterweizen. Körner.	1847. Winterweizen. Stroh ꝛc.	1848. Kartoffeln *).	1849. Hafer. Körner.	Stroh ꝛc.
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
a. Rindviehmist	27,885	1290	2210	14382	1720	2700
b. Guano	558	1454	2735	15216	1453	2381
c. Knochenmehl	1302	1392	2393	16260	1754	2719

3. Stecher in Bräunsdorf. Leichter, sandiger Lehmboden, ziemlich guter Gersteboden. Das Feld hatte 1843 Erbsengemenge zur Grünfütterung getragen. Versuche auf je $37^1/_2$ □R. Im Herbste 1843 gedüngt. Der Klee, dessen Stand im Jahre 1845 sehr üppig war, wurde in der Blüthe abgemäht und getrocknet.

Düngung auf 1 Hectare.		1844. Winterroggen. Körner.	1844. Winterroggen. Stroh.	1845. Kleeheu, erster Schnitt.
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
a. Guano	554	2096	4110	4367
b. Knochenmehl	1487	1744	3380	5362

4. Van der Beck in Dallwitz. A. Leichter, thätiger, sandiger Lehmboden, mit geringer Tiefe der Ackerkrume und durchlassendem Untergrund; schwacher Gersteboden. 1843 zu Roggen bestellt.

---

*) Die Kartoffel- und Hafnerernte ist nach Dresdner Scheffeln angegeben; ein Scheffel Kartoffeln ist hier = 185 Pfd., ein Scheffel Hafer = 105 Pfd. gesetzt worden.

Düngung auf 1 Hectare.		Ernte auf 1 Hectare*). 1844. Winterroggen. Körner.	1845. Kartoffeln.	1846. Hafer. Körner.
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
a. Kuhmist	34,356	1690	20800	1486
b. Guano	372	2658	17740	1641

B. Feuchter, schuttiger und kalkgründiger Lehmboden. Unsicherer Gersteboden. 1844 nach Samenklee gedüngt.

	Kil.	1845. Winterroggen. Körner.	1846. Kartoffeln.
a. Kuhmist	31,510	1155	19780
b. Guano	406	1813	22280

5. Von Erdmannsdorf in Schönfeld. Der Boden ziemlich gleich aus Lehm und Sand gemischt; 1844 hatte das Feld Klee getragen und lag 1845 als Weide nieder; im Herbste gedüngt und zu Winterroggen bestellt. Versuche auf je 64 □R.

Düngung auf 1 Hectare.	Ernte auf 1 Hect. 1846. Winterroggen. Körner. Kil.	Stroh u. Spreu. Kil.	1847. Kartoffeln. Kil.
a. Ohne Düngung	1260	3690	12290
b. Stallmist 19620 Kil.	1613	4185	14700
c. Stallmist 39240 "	1581	4304	17500
d. Guano 372 "	1585	4400	14410
e. Guano 186 " u. Stallmist 19620 "	1649	4323	14700
f. Knochenmehl 650 "	1637	4628	15300
g. Knochenmehl 325 " u. Stallmist 19620 "	1772	4783	17500

6. Schneider in Gönnsdorf. Milder Lehm mit durchlassendem Untergrunde. 1842 nach Düngung Winterroggen, 1843 Hafer, 1844, weil der Klee austrocknete, Grünfuttergemenge und 1845 Heidekorn und Grünfutter. Versuche 1846 auf je 150 □R.

Düngung auf 1 Hectare.		Winterroggen. Körner.	Stroh 2c.
	Kil.	Kil.	Kil.
a. Stallmist	27,885	859	3012
b. Afrikan. Guano	372	882	3915
c. Knochenmehl	754	678	2328

*) Die Ernteergebnisse sind sämmtlich nur in Scheffeln angegeben; ein Scheffel Roggen ist hier mit 165 Pfd., Hafer und Kartoffeln wie oben berechnet worden.

7. Schwarz in Hainsberg. A. Die Düngung zu Winterroggen fand im Herbste 1845 statt. Versuche auf je $37\frac{1}{2}$ □R. *).

Düngung auf 1 Hectare.	Kil.	Winterroggen. Körner. Kil.	Stroh. Kil.
a. Stallmist, 72 Fuder,	c. 72000	3300	5801
b. Guano	568	2150	6025
c. Knochenmehl	1488	1954	4801
d. Rapsmehl	2232	2204	5091
e. Malzkeime, 86 Scheffel	c. 2500	2711	5212

B. Tiefer milder Lehmboden. Im Herbste 1848 zu Roggen gedüngt. Die Düngmittel wurden in solchen Quantitäten angewendet, daß die Kosten derselben für die Fläche eines sächsischen Ackers berechnet 16 Thlr., für die Fläche eines Hectares also 28 Thlr. 24 Sgr. betrugen.

Düngung.	Ernte auf 1 Hectare. Körner. Kil.	Stroh. Kil.
a. Guano	2197	5983
b. Knochenmehl	2050	5354
c. Rapskuchenmehl	2380	6200
d. Kropp's Poudrette	2018	4980
e. Düngerkohle von Dehnitz	1815	4540
f. Kalk	1961	4759

8. Baron Streit in Medewitzsch. 1844 zu Kraut gut gedüngt, 1845 Gerste mit Rothklee, 1846 in den ausgewinterten Rothklee Gemengfutter. Im Herbste 1846 zu Winterroggen gedüngt. Versuche auf je 300 □R. angestellt.

Düngung auf 1 Hectare.	Kil.	Ernte an Körnern. Kil.
a. Stallmist, $19\frac{1}{5}$ Fuder	c. 19000	3524
b. Knochenmehl	930	3906
c. Kalk, 18 Scheffel	c. 1350	2972
d. Ohne Düngung		2590

9. Von Zenker in Steinigtwolmsdorf. Milder Lehmboden. Versuche auf je 150 □R. Im Herbst 1847 zu Winterroggen (nach Kleebrache) gedüngt.

*) Aus der Originalmittheilung dieser Versuche ergiebt sich nicht mit Klarheit, ob dieselben nach sächsischem Sprachgebrauch auf der Fläche von $\frac{1}{4}$ Scheffel Landes oder von $\frac{1}{4}$ Scheffel Aussaat angestellt wurden; in dem letzteren Falle würden sämmtliche auf Düngung und Ernte sich beziehenden Zahlenverhältnisse um ein Drittel oder fast die Hälfte niedriger zu setzen sein.

Düngung.		Ernte.	
		Körner.	Stroh.
	Kil.	Kil.	Kil.
a. Stallmist	30200	2377	4564
b. Guano	434	2754	5446
c. Knochenmehl . . .	974	2372	5038

10. E. Stöckhardt in Brösa. A. Dürftiger, zäher, träger und feuchter Thonboden; guter Hafer-, schlechter Weizenboden. Im Jahre 1847 mit Roggen bestellt, im Herbste gedüngt und wieder mit Roggen besäet. Versuche auf je 75 □R.

Düngung.		Ernte.	
		Körner.	Stroh 2c.
	Kil.	Kil.	Kil.
a. Ohne Düngung . .		649	3481
b. Chilisalpeter . . .	186	1792	5570
c. Afrikanischer Guano .	211	987	3646
d. Afrikanischer Guano .	211	1249	4964
und Knochenmehl . .	186		
e. Peruanischer Guano .	511	1793	5539

B. Leichter, sandiger Lehmboden, mit geringer Tiefe der Ackerkrume; schwacher unsicherer Gersteboden. Vorfrucht war Winterroggen nach Weideklee. Im Herbste 1848 gedüngt und zu Roggen bestellt. Versuche auf je 75 □R.

Düngung.		Ernte.	
		Körner.	Stroh 2c.
	Kil.	Kil.	Kil.
a. Stallmist	37,200	1041	2070
b. Knochenmehl . . .	490	1271	3232
c. Abendroth's Guano .	209	1384	4075

C. Dürftiger Thonboden, strenger, träger, feuchter Lehmboden. Sehr erschöpfter Boden; Vorfrucht: Hafer. Frühjahr 1849 gedüngt und mit Grauhafer besäet. Versuche auf je 37½ □R.

		Körner.	Stroh 2c.
	Kil.	Kil.	Kil.
a. Ohne Dünger . . .		960	1329
b. Knochenmehl . . .	372	1058	1305
c. Knochenmehl . . .	372	1173	1653
und Schwefelsäure . .	186		
d. Rapskuchenmehl . .	372	1758	2212

11. Schulze in Grünlichtenberg. Schwerer, naßgründiger Boden; ganz ausgetragen. 1850 zu Hafer bestellt.

		Körner.	Stroh.
	Kil.	Kil.	Kil.
a. Ohne Dünger . . .		465	1092
b. Guano	186	1373	1900

12. Schober in Tharand. A. Sehr schwerer, thoniger Boden, m[illegible] lettigem und steinigtem Untergrunde. 1847 mit Mist gedüngte Kartoffeln 1848 zu den Versuchen mit Anatgerste bestellt. Der trockne Sommer 1848 war keineswegs günstig für die Anwendung der sogenannten künstlichen Düngmittel.

		Körner.	Stroh.
	Kil.	Kil.	Kil.
a. Ohne frische Düngung		1890	2327
b. Urin-Extract (Urat)	105	2280	3354
c. Knochenmehl	362	1648	2489
d. Knochenmehl und Schwefelsäure	176 42	1714	2418
e. Bergmann'sches Düngepulver	362	1372	2358

B. Aehnlicher Boden, gleichfalls mit Anatgerste bestellt nach mit Stallmist gedüngten Kartoffeln.

		Körner.	Stroh.
	Kil.	Kil.	Kil.
a. Ohne frische Düngung		1340	1407
b. Peruanischer Guano	188	1338	2532
c. Peruanischer Guano	176	1340	1961
d. Guano und Viehsalz	342 88	1165	1472
e. Chilisalpeter	94	1790	1988
f. Knochenmehl und Schwefelsäure	188 46	1733	1775
g. Gemahlener Nephelindolerit	352	1143	1209

C. Schwerer, kalter Boden. 1847 nach gedüngten Kartoffeln Schwarzhafer; 1848 abermals mit Schwarzhafer bestellt. Nachdem der Hafer aufgelaufen war, wurde das Viehsalz bei feuchter Witterung ausgestreut. Die Witterung im Frühjahr naß.

		Körner.	Stroh.
	Kil.	Kil.	Kil.
a. Ohne Düngung		1674	2333
b. Viehsalz	232	1657	2502

D. Aehnlicher Boden wie bei A. 1848 zu Kraut stark gedüngt, 1849 mit Anatgerste zu den Versuchen bestellt.

		Körner.	Stroh.
	Kil.	Kil.	Kil.
a. Ohne frische Düngung		2518	2874
b. Peruanischer Guano	93	3089	3482
c. Grobes Knochenmehl	734	2232	2600
d. Knochenmehl und Schwefelsäure	184 18	2528	3014

E. Schwerer, thoniger Boden. 1848 Weizen, wozu nach zweijährigem Klee im Herbste 1847 mit Stallmist gedüngt worden war; nach Abbringung

der Halmfrucht 1848 noch Stoppelrüben. Im Frühjahr 1849 zu den Versuchen mit Anatgerste bestellt.

	Kil.	Körner. Kil.	Stroh. Kil.
a. Ohne frische Düngung		1616	2551
b. Peruanischer Guano	186	2376	3427
c. Grobes Knochenmehl	1482	2041	2095
d. Knochenmehl	371	1629	1647
und Schwefelsäure	60		

F. Aehnlicher Boden. Die Versuchsflächen a bis e hatten im Jahre 1848 Runkelrüben getragen, welche nur mit Jauche gedüngt worden waren; Nr. f bis i hatten 1848 Winterweizen nach gedüngten Kartoffeln getragen. Die Düngung wurde gleichzeitig mit den Saatkartoffeln (Wiener Gipfel) untergebracht, welches wegen der so außerordentlich großen Nässe im Frühjahr erst sehr spät, am 6. Juni 1849 erfolgen konnte.

	Kil.	Kartoffeln. Kil.
a. Ohne Düngung		12480
b. Gemisch von 1674 Kil. zerrottetem Stallmist und 201 Kil. Oppelsdorfer Schwefelkohle		17070
c. Guano	289	17130
und Schwefelkohle	267	
d. Knochenmehl	867	16140
und Schwefelkohle	200	
e. Knochenmehl	434	16140
mit Schwefelsäure behandelt		
und Schwefelkohle	200	
f. Ohne Düngung		13370
g. Guano	182	19120
h. Knochenmehl	725	12530
i. Knochenmehl	363	
mit Schwefelsäure behandelt		9363

G. Im Jahre 1849 wurden auf Kleegras nach dem ersten Schnitte mit Schwefelsäure präparirte Knochen in dem Verhältniß von 188 Kil. pr. Hectare auf schweren, wenig thätigen Boden ausgestreut. Weder beim zweiten Kleeschnitt, noch im Jahre 1850, wo dieses Kleegras zu Heu gemacht wurde, war irgend eine Wirkung der Knochendüngung wahrzunehmen. Dagegen zeichnete sich im Jahre 1851 der Winterroggen auf der gedüngten Fläche durch höheren und kräftigeren Wuchs aus und lieferte bei der Ernte einen erheblichen Mehrertrag:

	Körner. Kil.	Stroh. Kil.
Ohne Knochendüngung	1598	4310
Mit Knochendüngung	1988	4437

H. Schwerer Thonboden. 1849 zu Winterölsaat bestellt.

			Körner.	Nachwirkung im Jahre 1851. Winterroggen. Körner.	Stroh.
α. Winterraps.					
a. Ohne Dünger			845 Kil.	— Kil.	— Kil.
b. Rapskuchenmehl	1116	Kil.	1217 „	1610 „	4120 „
c. Guano	372	„	1690 „	— „	— „
β. Winterrübsen.					
a. Ohne Dünger			913 „	1585 „	4246 „
b. Rapskuchenmehl	1116	„	1487 „	1192 „	3943 „
c. Guano	372	„	1758 „	1902 „	4564 „

I. Winterraps, im Jahr 1850 nach Winterroggen, dem zweijähriger Klee vorausgegangen war, angesäet. Weil die Wirksamkeit der Guanodüngung bereits durch frühere Versuche erwiesen war, so wurde es für unnöthig gehalten, eine Fläche ungedüngt zu lassen. Die Witterung im Herbste 1850 und während des Frühlings und Sommers 1851 war sehr naß.

			Körner.	Stroh.	Schalen.
a. Guano	372	Kil.	1590 Kil.	2916 Kil.	1833 Kil.
b. Guano	558	„	1734 „	3042 „	1942 „
c. Rapskuchenmehl	1610	„	1204 „	2662 „	2218 „

Raps nach mit Stallmist gedüngtem und grün abgemähtem Erbsengemenge, in demselben Jahre.

			Körner.	Stroh.	Schalen.
a. Guano	372	Kil.	1661 Kil.	2662 Kil.	2142 Kil.
b. Rapskuchenmehl	1610	„	1276 „	2408 „	1275 „
c. Rapskuchenmehl und Guano	804 184	„ „	1445 „	2535 „	2104 „

K. Ueberdüngung von Winter-Fuchsweizen; Vorfrucht: mit Stallmist gedüngter Winterraps. Der peruanische und der präparirte Guano wurde am 2. Mai, das guanisirte Knochenmehl am 5. Mai, das Urat aus London und das Rapskuchenmehl am 8. Mai 1851 übergestreut.

			Körner.	Stroh rc.
a. Ohne Ueberdüngung			1724 Kil.	5882 Kil.
b. Peruanischer Guano	190	Kil.	2302 „	7073 „
c. Präparirter Guano	254	„	1902 „	6212 „
d. Urat aus London	216	„	2003 „	5603 „
e. Rapskuchenmehl	381	„	2180 „	6440 „
f. Guanisirtes Knochenmehl	254	„	2282 „	6719 „

L. Dieselben Ueberdüngungen wurden auf einer Wiese angewendet, welche im Frühjahr vor dem Ausstreuen der Düngmittel mit Feldwasser überwässert worden war, sonst aber ziemlich trocken gelegen war. Der Ernteertrag war folgender:

		Heu.	Grummet.	Zusammen.
a. Ohne Ueberdüngung		3264 Kil.	2028 Kil.	5292 Kil.
b. Peruanischer Guano	190 Kil.	5577 „	2853 „	8430 „
c. Präparirter Guano	254 „	3486 „	2028 „	5514 „
d Urat aus London	216 „	3581 „	2408 „	5989 „
e. Rapskuchenmehl	381 „	3782 „	2155 „	5937 „
f. Guanisirtes Knochenmehl	254 „	3612 „	2586 „	6198 „

Wenn in dem Folgenden aus den vorstehenden Versuchsresultaten einige Folgerungen gezogen werden, so geschieht solches mehr in der Absicht, das Ungenügende der bisher im Großen ausgeführten Düngungsversuche zu zeigen, als in der Hoffnung, schon jetzt überall für die Praxis gültige Regeln oder für die Wirkung und Werthbestimmung der käuflichen Düngmittel aus direkten Versuchen sich ergebende Mittelzahlen aufstellen zu können. Es kann hier ausschließlich nur von den drei, für die Landwirthschaft besonders wichtigen Düngmitteln die Rede sein, von dem Guano, Knochenmehl und dem Rapskuchenmehl. Den ökonomischen Werth eines gewissen Gewichtes dieser Düngstoffe, wenn derselbe nach den unmittelbaren Versuchsergebnissen bestimmt werden soll, kann man ausdrücken durch die Quantität des Stalldüngers, welche unter denselben äußeren Verhältnissen einen gleichen Erfolg für die Förderung der Vegetation gezeigt hat, oder durch die Menge an Körnern und Stroh, welche unter dem Einfluß jenes Düngmittels producirt worden ist, oder endlich durch die Summe an Geld, welche aus den geernteten Früchten, unter Annahme eines mittleren Preises, gelöst werden kann. Es ist klar, daß die nach der einen oder anderen Berechnungsmethode gefundenen Zahlen niemals eine völlig genaue Anschauung von der direkten Ernährungsfähigkeit des betreffenden Düngmittels gewähren, sondern nur die Höhe der Gesammtwirkung desselben ausdrücken sollen; die letztere, deren Ermittelung gerade für die Praxis hohe Bedeutung hat, ist nicht allein durch den höheren oder niedrigeren Gehalt an pflanzenernährenden Stoffen und deren größere oder geringere Löslichkeit bedingt, sondern vorzugsweise auch durch die indirekte Wirkung des zugeführten Düngstoffes bestimmt, indem die nun gekräftigte Pflanze auch befähigt wird, eine größere Menge der schon früher im Erdboden oder der umgebenden Atmosphäre vorhandenen assimilirbaren Stoffe sich anzueignen. Die Berechnungsart, nach welcher die Werthbestimmung der käuflichen Düngmittel auf ein entsprechendes Gewicht des Stallmistes bezogen wird, scheint mir als die richtigste oder am meisten praktische den Vorzug zu verdienen, weil jene Düngmittel nur als Beidünger zum Stallmiste, der unter den bei uns allgemein bestehenden Verhältnissen überall der Hauptdünger bleiben wird, anzusehen sind, zum theilweisen Ersatze, zur Kräftigung und Vermehrung desselben dienen sollen und weil daher

der Landwirth bei dem Ankaufe von Hülfsdüngern stets die Frage aufwirft, durch eine wie große Quantität derselben eine bestimmte Menge des, seiner Wirkung nach bekannten Stallmistes ersetzt werden kann. Es ist kaum nöthig zu erwähnen, daß streng wissenschaftlich eine derartige Vergleichung so ungleichartiger Stoffe, wie z. B. Guano und Stallmist, nicht zu rechtfertigen ist, indem der Stallmist nicht, wie der Guano, ausschließlich durch directe Zuführung von pflanzenernährenden Stoffen die Fruchtbarkeit des Bodens vermehrt, sondern auch auf den mechanischen Zustand des letzteren einen günstigen Einfluß ausübt; wir betrachten hier nur den Erfolg in seiner Gesammtheit, nicht die oft sehr verschiedenen Ursachen, welche denselben bedingen. Alle Düngstoffe und Mistarten haben bekanntlich die Eigenschaft mit einander gemein, daß deren Wirkung niemals eine gleichmäßige ist, sondern selbst unter gegebenen Kultur-, Boden- und klimatischen Verhältnissen ganz verschieden ausfällt, je nachdem die Witterung des Jahres, wie der einzelnen Monate die vorhandene Bodenkraft für die Pflanzen assimilirbar macht, das Wachsthum und Gedeihen derselben befördert oder demselben störend entgegentritt; in dem einen Jahre zeigen die Düngstoffe einen auffallend günstigen, in dem anderen einen ebenso auffallend ungünstigen Erfolg für die Förderung der Vegetation; noch viel größer aber sind diese Abweichungen unter ungleichen Boden- und Kulturverhältnissen. Wenn auch die verschiedenen, hier in Rede stehenden, Düngmittel hinsichtlich der Veränderlichkeit der Wirkung nicht überall in gleicher Weise sich verhalten, so kann man nach vorliegenden Erfahrungen doch im Allgemeinen annehmen, daß verschiedene Düngmittel, wenn sie unter denselben Boden- und Kulturverhältnissen dem Versuche unterworfen werden, durch das Eintreten einer günstigen oder ungünstigen Witterung sämmtlich in ihrer Wirkung entweder erhöht oder erniedrigt werden, so daß also das relative Verhalten derselben unter einander gewissermaßen sich gleich bleibt, während der absolute Erfolg in verschiedenen Gegenden und in verschiedenen Jahren weit größeren Schwankungen ausgesetzt ist. Auch aus diesem Grunde erscheint es zweckmäßiger, den Werth eines Düngmittels im Vergleich zu der Wirkung eines anderen, gleichzeitig angewandten und allgemein verbreiteten Düngers, nämlich des Stallmistes zu bestimmen, als diesen Werth durch das Gewicht der producirten vegetabilischen Substanz oder durch deren Geldwerth auszudrücken.

Bei der Vergleichung von käuflichen, concentrirten Düngstoffen mit dem Stalldünger muß natürlich vorausgesetzt werden, daß der letztere in guter Beschaffenheit angewandt wurde, wie er gewöhnlich bei rationeller Behandlung durch Ansammlung im Stalle oder auf einer gut eingerichteten Düngstätte gewonnen wird. Von wesentlicher Bedeutung für die hier zu lösende Frage ist aber auch die Quantität, in welcher die verschiedenen Düngstoffe dem Ver-

suche unterworfen wurden. Allerdings kann man als Thatsache hinstellen, daß innerhalb bestimmter Grenzen die Produktionsfähigkeit des Bodens zunimmt mit einer vermehrten Zufuhr an Dünger; aber ebenso gewiß ist auch, daß die erstere zu der letzteren nicht in einem direkten einfachen Verhältnisse steht, sondern immer langsamer steigt bis zu der Grenze, welche für den Augenblick erreichbar ist und über welche hinaus die Erhöhung der Düngerquantität nicht allein keinen Nutzen mehr bringt, sondern oft sogar die Erträge wiederum bedeutend zu vermindern anfängt. Mittelzahlen für den Düngerwerth einer bestimmten Substanz setzen stets auch Mittelzahlen voraus für die Quantität, in welcher dieselbe auf einer bestimmten Fläche Landes zur Anwendung kam; so an guten Rindviehmist 30,000 bis 35,000 Kil. (an Schafmist 24,000 bis 27,000 Kil.), an Guano 300 bis 400 Kil., an Knochenmehl 700 bis 1000 Kil., an Rapsmehl 1000 bis 1500 Kil. für die Fläche eines Hectare. Diese Mengenverhältnisse beziehen sich auf ein Ackerland, welches nach Vollendung einer bestimmten Rotation als erschöpft betrachtet zu werden pflegt, ohne jedoch daß diese Erschöpfung bis zur völligen Unfähigkeit der Produktion von vegetabilischer Substanz gesunken wäre, indem der Acker nur keine hinreichend lohnende Ernte mehr geben, dennoch aber noch etwa 1000 bis 1200 Kil. Roggenkörner pr. Hectare nebst der entsprechenden Menge Stroh zu produciren im Stande sein würde. Ein völlig ausgesogenes Feld ist, unter den gewöhnlichen Verhältnissen, ebenso ungeeignet für die Anstellung von vergleichenden Düngungsversuchen, als ein in üppiger Kraft befindlicher Acker, der letztere natürlich nur dann, wenn man die käuflichen Düngstoffe als ganze Düngung anwenden und nicht vielleicht nur deren Wirkung prüfen will, um einen an sich schon sehr kraftvollen Boden zur einer noch höheren Fruchtbarkeit zu bestimmen.

Die Versuchsreihen Nr. 1 und 2 nehmen zunächst und insbesondere unser Interesse in Anspruch, weil dieselben mehrere Jahre hindurch fortgesetzt sind und mit Sorgfalt ausgeführt zu sein scheinen. Leider ist auch bei diesen Versuchen unterlassen worden, durch Beobachtung von ungedüngten Flächen die schon vorhandene Bodenkraft genau zu erforschen; die ausgezeichneten Erträge des ersten Jahres bei der Versuchsreihe Nr. 1 zeigen, daß diese Bodenkraft wohl nicht ganz gering anzuschlagen sein möchte. Um bei dem Mangel der erwähnten Beobachtung die Resultate der Versuche unter sich einigermaßen vergleichbar zu machen und dieselben unter einen praktischen Gesichtspunkt zu bringen, müssen wir zuerst den Werth der erzielten Ernten in Geld berechnen, wie in der folgenden Ueberſicht geschehen ist*).

*) Diesen Berechnungen sind die folgenden Geldwerthe der verschiedenen Früchte zu Grunde gelegt worden: 1 Kil. (= 2,138 Pr. Pfd.) Weizen = 14; 1 Kil. Roggen

Geldwerth der Erträge von 1 Hectare.

	1847. Roggen.	1848. Gerste.	1849. Wicken.	1850. Roggen.	Zusammen.
a. Schafmist.					
Körner	113 Thlr.	61,5 Thlr.	27,5 Thlr.	26,9 Thlr.	228,9 Thlr.
Stroh	35 „	22,1 „	38,5 „	14,1 „	109,7 „
	148 Thlr.	83,6 Thlr.	66,0 Thlr.	41,0 Thlr.	338,6 Thlr.
b. Guano.					
Körner	97,9 Thlr.	60,0 Thlr.	26,4 Thlr.	24,2 Thlr.	208,5 Thlr.
Stroh	28,4 „	19,3 „	33,5 „	15 „	96,2 „
	126,3 Thlr.	79,3 Thlr.	59,9 Thlr.	39,2 Thlr.	304,7 Thlr.
c. Knochenmehl.					
Körner	92,8 Thlr.	69 Thlr.	38,4 Thlr.	44,9 Thlr.	245,1 Thlr.
Stroh	29,2 „	21,2 „	43,0 „	16,7 „	110,1 „
	122,0 Thlr.	90,2 Thlr.	81,4 Thlr.	61,6 Thlr.	355,2 Thlr.

Das Verhältniß des Werthes der durch Stallmist einerseits und Guano und Knochenmehl andrerseits bewirkten Erträge ist also:

	1847.	1848.	1849.	1850.	Mittel.
Guano	100 : 85,3.	100 : 95,5.	100 : 90,8.	100 : 95,6.	100 : 90,0.
Knochenmehl	100 : 82,4.	100 : 107,9.	100 : 123,3.	100 : 150,2.	100 : 116,6.

Wenn man nach den so gefundenen Verhältnissen die Quantität des in dem Versuche angewandten Stallmistes jedesmal erhöht oder vermindert, so erhält man für 100 Kil. der concentrirten Düngstoffe die folgenden Zahlen, welche also deren Werth in Schafmist ausdrücken:

	1847.	1848.	1849.	1850.	Mittel.
100 Kil. Guano	= 4520 Kil.	5000 Kil.	4760 Kil.	5000 Kil.	4720 Kil.
— „ Knochenmehl	= 2160 „	2890 „	3490 „	4040 „	3060 „

In ähnlicher Weise sind auch die Resultate der zweiten Versuchsreihe berechnet worden:

	1847. Weizen.	1848. Kartoffeln.	1849. Hafer.	Zusammen.
a. Rindviehmist.				
Körner	60,2 Thlr.	153,4 Thlr.	45,9 Thlr.	259,5 Thlr.
Stroh	14,7 „		18,0 „	32,7 „
	74,9 Thlr.		63,9 Thlr.	292,2 Thlr.
b. Guano.				
Körner	67,9 Thlr.	162,6 Thlr.	38,7 Thlr.	269,2 Thlr.
Stroh	18,2 „		15,9 „	34,1 „
	86,1 Thlr.		54,6 Thlr.	303,3 Thlr.

= 11; 1 Kil. Gerste, Hafer oder Wicken = 8, Getreidestroh = 2, Wickenstroh = 2½, Kartoffeln = 3,2 Decimalpfennige.

c. Knochenmehl.	1847. Weizen.	1848. Kartoffeln.	1849. Hafer.	Zusammen.
Körner	65 Thlr.	173,4 Thlr.	46,8 Thlr.	285,2 Thlr.
Stroh	16 „		18,1 „	34,1 „
	81 Thlr.		64,9 Thlr.	319,3 Thlr.

Werthverhältnisse der Erträge:

	1847.	1848.	1849.	Mittel.
Guano	100 : 114,9	100 : 106,0	100 : 85,4	100 : 103,8
Knochenmehl	100 : 108,1	100 : 113,0	100 : 101,5	100 : 109,3

Also:

100 Kil. Guano =	5740 Kil.	5300 Kil.	4280 Kil.	5180 Kil. Stallmist.
— „ Knochenmehl =	2230 „	2420 „	2170 „	2350 „ „

Man sieht, daß die gefundenen Zahlen in beiden Versuchsreihen etwas von einander abweichen, daß bei den zuletzt angedeuteten Versuchen, namentlich hinsichtlich des Knochenmehles, ein niedrigerer Werth für die concentrirten Düngstoffe sich ergeben hat, als bei den ersteren. Die Abweichungen mögen theils in dem stattgefundenen Anbau von ganz verschiedenen Früchten, theils in verschiedenen Bodenverhältnissen, besonders aber in dem Umstande begründet sein, daß in den beiden hier betrachteten Versuchsreihen relativ und absolut mehr abweichende Quantitäten der Düngstoffe angewendet wurden; während nämlich die Menge des Stallmistes in beiden Fällen ziemlich übereinstimmend war, indem man die bessere Qualität des Schafmistes als ein Aequivalent für die größere Quantität des Rindviehmistes annehmen kann, ist in der zweiten Versuchsreihe fast die doppelte Menge an Guano und Knochenmehl zur Anwendung gekommen. Unter solchen Verhältnissen kann man keine größere Uebereinstimmung erwarten, als hier in der That gefunden wurde.

Bemerkenswerth ist ferner das abweichende Verhalten der concentrirten Düngstoffe hinsichtlich der hier beobachteten Vertheilung der Düngkraft auf die verschiedenen Ernten. Bei der ersten Versuchsreihe sehen wir den Guano 4 Jahre hindurch in seiner Wirkung fast ganz gleichmäßig Schritt halten mit dem Stallmiste, während das Knochenmehl ebenso gleichmäßig im Verhältniß zum Stallmiste in den nachfolgenden Jahren seine Wirkung erhöht, so daß in dem 4. Jahre, wo Stallmist und Guano bereits vollständig erschöpft sind, das Knochenmehl noch immer einen deutlichen Einfluß ausübt auf die Erhöhung der Erträge. Bei der zweiten Versuchsreihe zeigt dagegen umgekehrt der Guano im ersten Jahre, wie es gewöhnlich der Fall ist, im Verhältniß zum Stallmiste die größte Wirkung, dieselbe nimmt in den nachfolgenden Jahren regelmäßig immer mehr ab, während das Knochenmehl dagegen hier ziemlich dem Stallmiste gleich die in ihm enthaltene Düngkraft auf alle 3 Jahre vertheilt, ja sogar in den beiden

ersten Jahren eine relativ größere Wirkung ausübt, als in dem letzten Jahr. Die Ursache dieser im ersten Augenblick auffallenden Erscheinung ist leicht zu ergründen. Bei der ersten Versuchsreihe wurde als Stallmist der Schafdünger angewendet, also eine Substanz, welche ähnlich dem Guano schnell und hitzig, aber verhältnißmäßig nicht sehr nachhaltig wirkt; es mußten daher Stallmist und Guano in dem ersten Jahre vor dem Knochenmehl einen Vorsprung gewinnen, während das letztere, langsam, aber gleichförmig in der Verwesung und Auflösung fortschreitend, in den nachfolgenden Jahren jene an Wirkung übertraf. In der zweiten Versuchsreihe wurde der kältere, langsamer, aber auch mehr nachhaltend wirkende Rindviehmist dem Versuche unterworfen; hier sehen wir, daß die Zersetzung des Knochenmehles ebenso schnell stattfand, als die des Stallmistes, daß aber der Guano vor beiden einen Vorsprung hatte. Zur weiteren Erklärung des hier beobachteten Verhaltens der Düngstoffe ist ferner noch insbesondere auf die abweichenden Bodenverhältnisse aufmerksam zu machen. Der kalte und träge Lehmboden gestattete wohl dem Schafmist und dem Guano, welche eine große Menge von schon fertig gebildeter Pflanzennahrung enthielten, gleich in dem ersten Jahre mit ihrer vollen Kraft wirksam aufzutreten, trat jedoch einer schnellen Verwesung des Knochenmehles störend entgegen, während das letztere in dem wärmeren und milderen Lehmboden, auf welchem die andere Versuchsreihe ausgeführt wurde, auch ebenso schnell wie der Stallmist zur Wirksamkeit gelangen konnte.

Die hier gefundenen Aequivalentzahlen für Guano und Knochenmehl würden sich etwas höher herausgestellt haben, wenn die Berechnungen nicht, wie hier der Fall war, auf die Gesammterträge des Ackers hätten bezogen werden müssen, sondern auf die durch jene Düngstoffe bewirkten Mehrererträge basirt worden wären. Die Versuchsreihe Nr. 5 gestattet allerdings eine derartige Berechnung, es ist aber zu bedauern, daß dieselbe nur zwei Jahre hindurch fortgesetzt wurde, so daß also die Nachwirkung der betreffenden Düngstoffe nicht vollständig festgestellt worden ist. Auffallend ist, daß hier bei anscheinend günstiger Bodenbeschaffenheit die doppelte Quantität Stallmist in dem ersten Jahre keine größere Wirkung hervorgebracht hat, als die einfache. Daß aber diese größere Düngermenge keineswegs für die Vegetation verloren war, sieht man aus der Wirkung derselben in dem zweiten Jahre des Versuches. Legt man bei der Berechnung die zweijährigen Erträge nach halber Mistdüngung zu Grunde, so erhält man als Aequivalent für 100 Kil. Guano 5100 Kil. Stallmist, für das Knochenmehl die Zahl 3800; in Bezug auf die ganze Mistdüngung steigen diese Aequivalentzahlen für den Guano auf 6000, für das Knochenmehl auf 4300. Während also hinsichtlich des Guano die soeben genannten Zahlen fast vollständig genau mit den oben gefundenen überein-

kommen, zeigen die hohen Aequivalente des Knochenmehles, daß Boden- und Witterungsverhältnisse für die Wirkung dieses Düngmittels besonders günstig waren.

Die Versuchsreihe Nr. 4 ist etwas unvollständig, da nur auf die Körner Rücksicht genommen wurde; das Guanoäquivalent stellt sich auffallend hoch heraus, nämlich bei A. auf 9500 und bei B. auf 9100. Diese Zahlen sind ganz ähnlich denjenigen, welche sich ergeben, wenn man die Wirkung des Guano nur in dem ersten Jahre mit derjenigen des gleichzeitig angewandten Stallmistes vergleicht; so ergeben nämlich die Versuche Nr. 7 das Aequivalent des Guano zu 9500 und Nr. 9 zu 8000, während dasselbe im Mittel auf etwa 7000 festgestellt werden kann, wenn man auch die Nachwirkung des Stallmistes sowohl wie des Guano mit in Anschlag bringt.

In neuerer Zeit ist auf Reuning's Veranlassung in Sachsen eine größere Reihe von Düngungsversuchen ausgeführt worden, die besondere Beachtung verdient, weil die Nachwirkung der Düngmittel mehrere Jahre hindurch beobachtet und überall nach einem völlig übereinstimmenden Plane gearbeitet wurde. Es wäre sehr wünschenswerth, daß diese Versuche auch anderswo vielfach wiederholt würden, man würde dann bald über die wechselnden Einflüsse der klimatischen, Witterungs- und Bodenverhältnisse auf die Wirkung der wichtigeren Düngmittel zu völlig klaren Ansichten gelangen. Die beobachtete Fruchtfolge war: 1851 Winterroggen, 1852 Kartoffeln, 1853 Hafer und 1854 Rothklee.

1. Hoffmann in Cunersdorf bei Dresden; Meereshöhe 500 Fuß. Der Boden war ein milder durchlassender Lehm, guter Gersteboden.

2. Hempel in Meusegast bei Pirna; 500 F. über dem Meere; ein milder reicher Lehmboden, durchlassend mit ebener Lage, ausgezeichneter Gersteboden. 1853 wurde anstatt Hafer Gerste gebaut.

3. Schmelzer in Kötitz bei Oschatz; 400 F. über dem Meere; ein sandhaltiger, vermögender, durchlassender Lehmboden, guter Gersteboden; 1854 wurde anstatt Rothklee Weißklee gebaut.

4. Träger in Oberbobritzsch bei Freiberg; 1300 F. über dem Meere; ein sandiger Lehmboden mit zu durchlässigem Untergrund, in trocknen Jahren durch Mangel an Feuchtigkeit leidend.

5. Hubricht in Oberschöna bei Freiberg; 1200 F. über dem Meere; ähnlicher Boden wie in Nr. 4, von etwas mehr steinigter Beschaffenheit.

6. Schönberg in Koselitz bei Hain; 300 F. über dem Meere; trockner, magerer Sand, schwacher Haferboden, Haidekorn- und dreijähriges Roggenland.

Die Düngungsverhältnisse und die Erträge sind in dem Folgenden, fü die Fläche eines Hectare berechnet und übersichtlich zusammengestellt.

Düngmittel. Art.	Menge pr. Hect. Kil.	Erträge pr. Hectare. 1851. Winterroggen. Körner. Kil.	Stroh. Kil.	1852. Kartoffeln. Kil.	1853. Hafer. Körner. Kil.	Stroh. Kil.	1854. Kle Heu. Kil.
1. Cunersdorf.							
Keine Düngung	—	1070	2686	15168	1838	2332	8332
Knochenmehl	748	1273	3793	16609	2135	2825	9459
Rapsmehl	1496	1700	5187	15721	1868	2519	8322
Guano	345	1766	5442	16495	1858	2615	8446
Stallmist	17950	1377	4274	16333	2083	2723	8655
2. Neusegast.							
Keine Düngung	—	2037	4170	15377	1173	1675	5041
Knochenmehl	812	1804	3973	17731	1279	1734	5132
Rapsmehl	1688	2407	5459	17289	1474	2091	6061
Guano	374	2451	5416	16218	1584	2023	5593
Stallmist	19448	2351	4840	18437	1501	2253	6547
3. Kötitz.							
Keine Düngung	—	1150	2742	16907	1219	1235	996
Knochenmehl	1122	1301	3374	17757	1007	1114	1989
Rapsmehl	1683	1436	3839	17442	1282	1411	893
Guano	378	1461	4318	17327	1073	821	1142
Stallmist	22908	1471	3658	18819	1711	1586	1122
4. Oberbobritzsch.							
Keine Düngung	—	1323	2744	8874	1301	1649	829
Knochenmehl	1496	2030	4583	10455	1564	1792	6503
Rapsmehl	2992	1771	4345	9503	1380	1765	1913
Guano	561	2176	5348	12495	1632	2049	4590
Stallmist	31416	1734	3575	10663	1533	1737	2486
5. Oberschöna.							
Keine Düngung	—	646	1387	10098	985	1569	
Knochenmehl	1122	944	1934	10557	1178	1902	
Rapsmehl	1966	1377	2754	11552	1116	1753	
Guano	472	1581	4635	13311	1169	2120	
Stallmist	89760	1707	3475	15224	1141	2344	
6. Koselitz.							
Keine Düngung	—	670	1754	8874	355	476	
Knochenmehl	991	774	2207	11781	418	567	
Rapsmehl	1075	938	2745	11532	347	492	
Guano	357	938	2059	9639	330	427	
Stallmist	28050	1262	3410	11858	547	400	
Durchschnitt.							
Keine Düngung	—	1133	2581	12870	1160	1489	3797
Knochenmehl	1049	1354	3311	14110	1264	1656	5771
Rapsmehl	1817	1605	4222	13863	1245	1672	4297
Guano	415	1729	4536	14247	1274	1709	4943
Stallmist	34922	1650	3872	15222	1419	1841	4703

Wenn man die durch die Düngmittel bewirkte Gesammtproduktion an fttrockner vegetabilischer Masse mit den Mengen der wichtigeren Düngerbe- andtheile vergleicht, so erhält man:

Art des Düngers.	Menge pr. Hect.	Gehalt des Düngers an Stickstoff.	Phosphorsäure.	Kali.	Mehrerträge der Ernten. Im Ganzen.	Für 100 Kil. Dünger.
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
Knochenmehl	1049	52	210	—	3581	342
Rapsmehl	1817	82	45	36	3204	176
Guano	415	50	42	20	4450	1072
Stallmist	34922	140	88	175	3988	11½

Als durchschnittliche Stallmist-Aequivalente für 100 Kil. der concentrir- en Düngmittel ergeben sich aus den obigen Versuchen in den einzelnen Jahren:

	1851.	1852.	1853.	1854.
	Kil.	Kil	Kil.	Kil.
1. Knochenmehl	1935	1930	1476	7253
2. Rapsmehl	2246	937	842	1061
3. Guano	11873	5321	4576	10614

Man sieht sehr deutlich, daß Rapskuchenmehl und Guano eine rasche treibende Wirkung äußern und mit dem größeren Theile ihrer Düngkraft schon im ersten Jahre zur Thätigkeit gelangen; um hinsichtlich der Gesammtwirkung das Knochenmehl mit jenen Düngmitteln vergleichen zu können, hätte man gedämpftes oder durch Schwefelsäure aufgeschlossenes Knochenmehl anwenden müssen, im unveränderten Zustande äußert das letztere eine sehr langsame, aber noch länger anhaltende Wirkung als der Stallmist, so daß die ganze Düngkraft selbst nach 4 Jahren noch nicht erschöpft ist. Es ergiebt sich ferner sehr bestimmt, daß wenigstens unter den vorhandenen durchschnittlichen Bodenverhältnissen der leichtlösliche Stickstoff am günstigsten auf die Vegetation eingewirkt hat, daß aber auch die Posphorsäure zur Vermehrung der Erträge wesentlich beitrug, wie man aus der Nachwirkung der Düngmittel namentlich im 4. Jahre auf den Klee deutlich ersieht; dagegen bemerkt man nicht, daß das im Dünger enthaltene Kali einen günstigen Erfolg geäußert hat, es hätte sonst der Stallmist im Gegensatz zu den übrigen Düngmitteln weit größere Mehrerträge liefern müssen. Die besonders günstige Wirkung des peruanischen Guano ist ausschließlich seinem großen Gehalte an Stickstoff und Phosphorsäure zuzuschreiben und dem gleichmäßig löslichen Zustande, in welchem diese beiden wichtigen Pflanzennahrungsstoffe zugegen sind.

Es scheinen aus den obigen wie aus zahlreichen anderen Versuchen und Beobachtungen für die drei genannten concentrirten Düngmittel die folgenden Stallmist-Aequivalente sich zu ergeben.

100 Kil. Guano entsprechen in ihrer Wirkung 6000 bis 7000 Kil. Stallmist
„ „ Knochenmehl „ „ „ „ 3000 „ 3500 „ „
„ „ Rapskuchen „ „ „ „ 1700 „ 2000 „ „

Der Guano hat vor den beiden anderen Düngmitteln noch voraus, daß er unter allen Verhältnissen zu den sichersten Düngmitteln gehört; er wirkt stets günstig zur Förderung der Vegetation, und selbst Fälle, wie in Nr. 10 B, wo die Wirkung ausschließlich auf die sehr gesteigerte Strohbildung bei dem Anbau von Gerste sich beschränkte, gehören zu den Ausnahmen. Dagegen hat man bei dem Knochenmehl nicht ganz selten ein völliges Ausbleiben der Wirkung oder doch eine große Verminderung der letzteren beobachtet und zwar vorzugsweise in einem sehr zäh-thonigen verschlossenen, wenig thätigen Boden, bei trockner Witterung, und wenn das zur Anwendung gebrachte Knochenmehl sehr grob und daher auch schwer auflöslich war. So bemerkten wir in Nr. 12 A, D und E eine völlige Unthätigkeit des Knochenmehles selbst nach deren Behandlung mit Schwefelsäure; daß aber dieses Verhalten keineswegs durch ungünstige Boden- und Witterungsverhältnisse allein bedingt ist, beweisen die Versuche Nr. 12 B und F, wo die mit Schwefelsäure behandelten Knochen unter denselben äußeren Verhältnissen einen sehr günstigen Erfolg zeigten. Wenn man überall dafür Sorge trüge, die Knochen vor ihrer Anwendung als Dünger einer geeigneten Behandlung zu unterwerfen, durch welche die in ihnen enthaltenen pflanzenernährenden Stoffe zu einer schnellen Wirksamkeit gelangen könnten, so würden dieselben auch gewiß in der Sicherheit der Wirkung dem Guano weniger nachstehen. Auch das Rapsmehl wirkt nicht immer mit gleicher Sicherheit zur Erhöhung der Ernten, wie der Guano; schon das Düngeräquivalent, welches man dem Rapskuchenmehl der Erfahrung zufolge beilegen muß, ist im Verhältniß zu seiner Zusammensetzung und im Vergleiche zu dem Aequivalent des Knochenmehls, wie des Guano eigentlich zu niedrig und beweist, daß für gewöhnlich nicht die ganze vorhandene Düngkraft zur Wirksamkeit gelangt. Die Zersetzung des Rapskuchenpulvers ist wahrscheinlich eine zu rasche und stürmische, als daß die ganze Menge der auf einmal gebildeten Nahrung von der Pflanze verarbeitet oder auch nur von dem Boden vollständig zurückgehalten werden könnte. Namentlich, wenn das Rapskuchenmehl zur Ueberdüngung der Saaten, und besonders der Wiesen angewandt wird, wo also dasselbe theilweise dem völlig freien Zutritt der Atmosphäre ausgesetzt bleibt, beobachtet man oft eine nur sehr geringe Wirkung desselben (vergl. Nr. 12 I.), welche in der erwähnten Eigenschaft dieses Düngmittels ihre Erklärung finden möchte.

Hinsichtlich der mehr oder weniger günstigen Wirkung verschiedener stickstoffhaltiger Düngmittel bei dem Anbau einzelner

Pflanzen lassen sich aus den bisher vorliegenden Versuchsresultaten keine allgemeinen Folgerungen ableiten. Es läßt sich als Thatsache hinstellen, daß die oben genannten concentrirten Düngstoffe, besonders der Guano, bei der Kultur aller unserer, gewöhnlich angebauten ökonomischen Pflanzen mit Vortheil angewandt werden können und daß nur in den quantitativen Verhältnissen Abweichungen zu beobachten sind; so scheint der Guano für Weizen und Gerste bei Anwendung von etwas größerer Quantität (400 bis 500 Kil. pr. Hectare) noch sehr lohnende Erträge zu liefern, als für Roggen und Hafer (300 bis 400 Kil.), die größte Menge (600 bis zu 800 Kil. pr. Hectare) aber kann unbedingt für die Oelfrüchte benutzt werden, indem bei diesen die Gefahr des Lagerns, wie bei dem Getreide, nicht zu befürchten ist und auch in ihren Körnern ein vorzugsweise werthvolles Produkt geliefert wird. Hinsichtlich des Knochenmehls, wenn dieses im rohen Zustande angewandt wird, scheint die Quantität ohne Nachtheil für die Saaten sehr hoch gesteigert werden zu können, indessen ist auch bei diesem Düngmittel eine Grenze, über welche hinaus eine vermehrte Düngerquantität immer weniger zur Erhöhung der Ernteerträge wirkt und daher, wenigstens für unsere Verhältnisse, nicht mehr lohnend sein möchte; diese Grenze scheint mit der Aufbringung von 800 bis 1000 Kil. auf die Fläche eines Hectare im Allgemeinen erreicht zu sein. Wenn man diese Düngmittel gleichzeitig mit einer halben Mistdüngung oder den Guano zur Ueberdüngung etwas schwacher und zurückgekommener Saaten anwendet, so ist zu diesem Zweck schon die Hälfte der genannten Mengen völlig ausreichend (vergl. Versuchsreihe Nr. 12 K).

Wo in den oben mitgetheilten Versuchsreihen keine fremdartigen Einflüsse der Wirkung des Düngmittels störend entgegengetreten sind, sind durch 100 Kil. Guano im ersten Jahre seiner Anwendung erzeugt worden:

Nr. 10. A.	542 Kil.	Roggenkörner und	975 Kil.	Stroh
„ 12. K.	304 „	Weizenkörner und	627 „	„
„ 11.	488 „	Haferkörner und	434 „	„
„ 12. D.	614 „	Gerstenkörner und	654 „	„
„ „ E.	409 „	„ „	471 „	„
„ „ H.	227 „	Rapskörner.		
„ „ F.	3157 „	Kartoffeln.		
„ „ L.	1652 „	Wiesenheu.		

Der afrikanische Guano hat in Nr. 10. A. für 100 Kil. des Düngmittels nur 156 Kil. Roggenkörner und 80 Kil. Stroh erzeugt, während unter dem Einfluß des peruanischen Guano's unter ganz denselben äußeren Verhältnissen fast die 4fache Quantität an Körnern und sogar die 12fache Menge an Stroh sich bildete. Man bemerkt aber auch, daß der beste peruanische

Guano bei ungünstiger Witterung und vielleicht auch bei geringem Kultur-stande des Bodens eine bei weitem geringere Productionsfähigkeit zeigt, wie die Versuchsreihe Nr. 5 beweist, wo durch 100 Kil. Guano im ersten Jahr nur 88 Kil. Roggenkörner und 191 Kil. Stroh erzeugt worden sind. Hinsichtlich des Knochenmehles lassen sich dergleichen Zahlen aus den Versuchen nicht ableiten, weil die Wirkung dieses Düngmittels eine sehr langsame ist, mithin im ersten Jahre nach seiner Anwendung keine beträchtliche sein kann. 100 Kil. Rapskuchen haben im ersten Jahre producirt:

Nr. 10.	C.	215 Kil.	Roggenkörner und 246 Kil. Stroh	
„ 12.	K.	120 „	Weizenkörner und 144 „	„
„ „	H.	33 „	Winterraps.	
„ „	„	51 „	Winterrübsen.	
„ „	L.	170 „	Wiesenheu.	

Die Vertheilung der Wirkung der hier betrachteten Düngmittel zur Erhöhung der Fruchtbarkeit des unter dem Pfluge befindlichen Feldes auf mehrere auf einander folgende Jahre kann man durch ziemlich zuverlässige Mittelzahlen anschaulich machen. Es kommen zu Wirkung von dem

	Guano. Prc.	Knochenmehl. Prc.	Rapskuchen. Prc.
im 1. Jahre	60	30	65
im 2. Jahre	25	30	25
im 3. Jahre	15	25	10
im 4. Jahre	—	15	—
	100.	100.	100.

Die Gesammtwirkung, auf den Werth des Roggens berechnet, ist nach den bisher vorliegenden Erfahrungen, im Mittel für 100 Kil. des betreffenden Düngmittels ungefähr, wie folgt:

100 Kil. Guano	producirten	400 Kil.	Körner und	800 Kil.	Stroh.
„ „ Knochenmehl	„	200 „	„	„ 400 „	„
„ „ Rapskuchen	„	114 „	„	„ 228 „	„

Dies sind die Resultate, welche nicht allein aus den wenigen Versuchen, die hier Erwähnung gefunden haben, sich ergeben, sondern mehr noch durch die allgemeinen im Königreiche Sachsen gemachten Erfahrungen begründet sind, wo in dem Bereiche von wenigen Quadratmeilen jährlich über 30,000 Cent. Guano und weit über 100,000 Cent. Knochenmehl von den Landwirthen als ganze Düngung und als Beidüngung mit großem Vortheil verwendet werden. Es darf nicht unerwähnt bleiben, daß die Anwendung dieser Düngmittel in Sachsen vorzugsweise auf den höher gelegenen und gebirgigen Theil dieses Landes (die Oberlausitz, das Erzgebirge und den fruchtbaren Theil der Umgegend von

Dresden) beschränkt ist, während die Landwirthe des flachen Landes und namentlich der Umgebungen von Leipzig von dem Guano weniger Gebrauch machen. Die Ursache dieses Verhaltens mag hauptsächlich in den abweichenden Boden- und klimatischen Verhältnissen beider Hälften dieses Landes zu suchen sein; in den höher gelegenen Landstrichen, unter dem Einfluß kalter und zehrender Winde würde die oft seichte und an sich wenig fruchtbare Ackerkrume, bei wahrscheinlich geringerem Gehalt der umgebenden Atmosphäre an pflanzenernährenden Stoffen (Ammoniak) und bei dem langsamer fortschreitenden Prozesse der Verwitterung, nur schlechte Erträge liefern, wenn der Landwirth nicht nach Mitteln zum Ersatz und zur Vermehrung des nicht in genügender Menge vorhandenen natürlichen Düngers sich umsehen wollte; und diese Mittel hat er im Knochenmehl und im Guano gefunden, mit deren Hülfe die Erträge in diesen Gegenden seit den letzten 15 Jahren auf eine oft Erstaunen erregende Weise gesteigert worden sind, so daß sie nicht selten sagar die Ernten des von der Natur weit reicher beglückten Flachlandes übertreffen. Hier nämlich ist der meist angeschwemmte Boden von oft lehmiger, sehr tiefgründiger Beschaffenheit und hat die Fähigkeit, bei günstiger Witterung schon ohne die Zufuhr von fremden Düngmitteln reichliche Ernten zu tragen, hier geben üppige Wiesen und Kleefelder alljährlich zur Produktion einer sehr beträchtlichen Menge Stallmist die Veranlassung, hier kann der Landwirth bei etwa eintretendem Mangel an Dünger durch Zufuhr aus den benachbarten Städten diesem Mangel in der Regel mit Leichtigkeit abhelfen. So gewiß es nun ist, daß der Landwirth des sächsischen Flachlandes nicht mit der Nothwendigkeit zu dem Ankauf von Guano, Knochenmehl und dergleichen Stoffen hingedrängt wird, wie der Gebirgswirth, so gewiß ist es auf der anderen Seite, daß diese Düngmittel auch hier in vielen Fällen mit Vortheil angewendet werden könnten, und daß diese auch hier die wünschenswerthe Anerkennung finden würden, wenn man nur erst zu vorläufigen mehrjährigen Versuchen sich bequemen wollte. Vielleicht wird ein Blick auf die so umfassenden und mannichfaltigen Versuche, welche von schottischen und englischen Landwirthen zur Bestimmung des Werthes künstlicher und käuflicher Düngmittel ausgeführt worden sind, dazu beitragen, einerseits in Deutschland oft noch herrschende Vorurtheile gegen deren Anwendung aus dem Wege zu räumen, andererseits aber auch den deutschen Landwirth zu veranlassen, im eigenen wie im Interesse der Wissenschaft durch ähnliche sorgfältig ausgeführte Versuchsreihen von der Wirkung oder Nichtwirkung der betreffenden Substanz zur Förderung der Vegetation sich zu überzeugen.

2. Resultate der in England und Schottland ausgeführten Düngungsversuche.

Die nähere Beschreibung der in England und Schottland ausgeführten Düngungsversuche, welche ich früher in diesem Werke geliefert habe, glaube ich in der neuen Ausgabe übergehen zu dürfen; ich beschränke mich auf die Mittheilung der allgemeinen Ergebnisse jener Versuche.

Die von englischen und schottischen Landwirthen ausgeführten Düngungsversuche zeigen mehrere allgemeine Mängel, welche die Richtigkeit der aus ihnen zu ziehenden Folgerungen mehr oder weniger beeinträchtigen:

1. Fast ohne Ausnahme ist die Wirkung der verschiedenen Düngmittel nur ein Jahr lang, jedesmal nur bei dem Anbau einer einzigen Frucht beobachtet worden. Wenn daher in dem Versuchsjahre die Witterung im Ganzen der Wirkung des betreffenden Düngmittels nicht besonders günstig war, so mußten in den gefundenen Verhältnißzahlen Abweichungen sich ergeben, welche bei fortgesetzter Beobachtung sich vielleicht wieder ausgeglichen hätten.

2. Die verschiedenen Classen der ökonomischen Pflanzen sind in den betreffenden Versuchen sehr ungleichmäßig vertreten. Der Roggen wird in England gar nicht angebaut, weshalb auch Düngungsversuche bei der Kultur dieser Frucht nicht angestellt werden konnten; aber auch die Oelfrüchte scheinen bisher gar keine, die Hülsenfrüchte eine nur sehr ungenügende Berücksichtigung gefunden zu haben. Dagegen wird die Kultur der Turnipsrüben in England und Schottland allgemein als besonders wichtig und vortheilhaft angesehen, woraus sich erklärt, daß gerade für diese Pflanze die Wirkung zahlreicher künstlicher und käuflicher Düngmittel mit vorzugsweise großer Sorgfalt geprüft worden ist. Obgleich nun die Kultur von Turnips oder Steckrüben für die deutsche Landwirthschaft eine nur geringe Bedeutung hat, so habe ich doch geglaubt, auch die auf diese Frucht sich beziehenden Düngungsversuche berücksichtigen zu müssen, weil dieselben nicht allein zur Erklärung der Vegetationserscheinungen bei einer ganzen Classe von ökonomischen Pflanzen Beiträge liefern, sondern auch in Bezug auf die Theorie der Pflanzenkultur überhaupt zu ebenso interessanten Folgerungen führen möchten, als die Versuche, welche über das Verhalten der Düngstoffe zur Beförderung des Wachsthums der Getreidearten und auf Grasländereien angestellt wurden.

3. In England wird in jeder intensiv betriebenen Wirthschaft alle Jahre zu jeder einzelnen Frucht gedüngt und zwar, wenn der Hof- oder Stalldünger als Hauptdünger alle 3 oder 4 Jahre dem Boden zugeführt wird, so wendet man zur Unterstützung der Wirkung desselben für jede Frucht noch eine größere oder geringere Quantität eines käuflichen Düngmittels an. Es befindet sich daher in der Regel der Versuchsboden an sich schon in sehr guter Düngkraft.

so daß der Erfolg nach dem Zusatz von anderen düngenden und schnell wirkenden Substanzen nicht immer so deutlich und auffallend günstig ist, als wenn der Boden in einem mehr erschöpften Zustande den vergleichenden Versuchen unterworfen worden wäre. Dennoch aber ist auch unter diesen Umständen die Anwendung gewisser Düngstoffe immer noch vortheilhaft und lohnend, indem durch diese Mittel der Boden unter gegebenen Kultur-, Witterungs- und klimatischen Verhältnissen zu der relativ höchsten Fruchtbarkeit bestimmt wird.

4. Die Methode der Anwendung concentrirter Düngstoffe ist in den bisher vorliegenden Versuchen nicht überall dieselbe gewesen. Im Allgemeinen scheint man in England der Ueberdüngung den Vorzug zu geben vor dem Unterbringen der Hülfsdüngmittel kurz vor oder gleichzeitig mit der Saat, welches letztere Verfahren dagegen in Deutschland in den Gegenden, wo überhaupt die hier in Rede stehenden Substanzen für den Ackerbau benutzt werden, vorherrschend ist. Die Ueberdüngung ist jedoch auch in England vorzugsweise nur bei der Kultur von Getreidearten und Blattfrüchten in Gebrauch, weniger bei dem Anbau von Kartoffeln und von Rüben. Je nachdem aber die eine oder andere Art der Düngerverwendung befolgt wurde, oder je nachdem die Ueberdüngung zu einer früheren oder späteren Zeit stattfand, mußten auch die Resultate der Versuche quantitativ verschieden ausfallen.

5. Aus der in England üblichen Art der Anwendung concentrirter Düngstoffe erklärt sich auch, weshalb in den Versuchen so selten gleichzeitig die Wirkung des gewöhnlichen Hofdüngers beobachtet worden ist, so daß wenigstens bei den Getreidearten nicht wohl eine Vergleichung jener Stoffe mit dem letzteren vorgenommen werden kann. Diese Vergleichung ist nur möglich in Bezug auf den Anbau der Turnipsrüben; hier aber tritt derselben wieder das Hinderniß entgegen, daß das üppige Wachsthum dieser Pflanze, wie ich hier nur vorläufig andeuten will, vorzugsweise bedingt erscheint durch die Zufuhr von auflöslichen phosphorsauren Verbindungen; ein erschöpfter Boden, der an sich eine sehr schlechte Ernte von Turnips und einen mäßigen Ertrag von Getreidekörnern geben würde, wird oft ausschließlich durch Zufuhr von auflöslicher Phosphorsäure zu einer außerordentlich hohen Fruchtbarkeit für die Steckrüben bestimmt, wenn nur der Boden der auflöslichen Stickstoffnahrung nicht völlig entbehrt und namentlich an Alkalien keinen Mangel leidet. Wenn also ein Düngmittel nur Phosphorsäure in passender Form und Verbindung enthält, so stellt sich für dasselbe bei dem Anbau von Turnips in der Regel die höchste Aequivalentzahl heraus, welche dagegen bei dem Anbau von Körnerfrüchten niedriger ausfallen und hinter derjenigen der mehr stickstoffreichen, schnell wirkenden Düngmittel sehr zurückstehen würde. Aus diesen Gründen können wir nach den in England und Schottland aus-

geführten Versuchen die verschiedenen Düngmittel fast nur in Bezug auf die unter ihrem direkten Einfluß mehrerzeugte vegetabilische Substanz einer vergleichenden Betrachtung unterwerfen, wozu allerdings die betreffenden Versuche ein reichhaltiges, obgleich immer noch nicht genügendes Material darbieten. Ehe ich jedoch auf diese Betrachtung näher eingehe, will ich kurz auf die wenigen Versuche verweisen, welche das Düngeräquivalent, wenigstens des Guano, im Verhältniß zum Stalldünger feststellen lassen.

	Nr. des Versuches *).	Menge des angewandten Guano pr. Hectare. Kil.	100 Kil. Guano entsprechen an Hofdünger: Kil.	
Hafer.	Nr. 11. B.	176	9780	kurzer Dünger
Kartoffeln.	„ 3. B.	615	6750	Hofdünger.
„	„ 14. B.	430	7250	„
Turnips.	„ 11.	246	4750	sehr reicher Schweinedung
„	„ 13.	369	13000	Hofdünger.
„	„ —	430	13700	„
„	„ —	738	10640	„
„	„ 18. A.	246	10770	„
„	„ 18. C.	246	5500	„
„	„ 18. E.	308	9740	„
„	„ 33.	369	6300	„
„	„ 42.	393	6440	„
„	„ 46.	615	8640	„
„	„ 49.	286	12600	„
„	„ 50.	861	7550	„
„	„ 51.	800	9750	„
		Mittel aus allen Versuchen	8950 Kil.	Hofdünger.

Die hier gefundenen Aequivalentzahlen würden ohne Zweifel weniger Abweichungen gezeigt haben, wenn überall das Gewicht der wirklich in den Versuchen angewandten Quantität an Stalldünger mit Genauigkeit hätte bestimmt werden können; die Menge desselben ist nämlich häufig nur nach Fudern angegeben, so daß das Gewicht nur annähernd geschätzt werden konnte. Die Uebereinstimmung wäre ferner noch größer gewesen, wenn der Hofdünger stets eine gleiche Beschaffenheit gehabt hätte, welches keineswegs der Fall war; der in dem Versuche mit Hafer, Nr. 11. B., benutzte Dünger war z. B. von wenig kräftiger Beschaffenheit, ein völlig ausgegohrner kurzer Dünger, welcher gleich im ersten Jahre seine ganze noch übrige Kraft entwickelte und im zweiten Jahre für die Vegetation von Kleegras sogar eine negative Nachwirkung zeigte; zu dem Versuche mit Turnips Nr. 11. diente ein Dünger, der von sehr gut gefütterten, fetten Mastschweinen gewonnen worden war und daher auch intensiv kräftig wirken mußte, in dem ersten Falle ergab sich daher das Aequivalent des Guano verhältnißmäßig zu hoch,

*) Die hier und im Folgenden angegebenen Versuchsnummern beziehen sich auf die Uebersicht, welche ich in den früheren Ausgaben dieses Werkes über die direkten Ergebnisse der Versuche geliefert habe.

im zweiten dagegen zu niedrig. Die Mittelzahl aus allen Versuchen, die fast ausschließlich bei dem Anbau von Turnips angestellt wurden, ist auch deswegen ziemlich hoch, theils weil die Versuche nur ein Jahr lang dauerten, der Guano aber gerade im ersten Jahre seiner Anwendung vorzugsweise zur Förderung der Vegetation beiträgt, theils und besonders auch deswegen, weil in dem peruanischen Guano nicht allein eine große Menge assimilirbarer Stickstoffnahrung der Pflanze dargeboten wird, sondern auch auflösliche Phosphorsäure in reichlicher Menge, welche letztere wiederum, wie schon angedeutet wurde, das Wachsthum der Turnipsrüben besonders auffallend unterstützt, dagegen im gewöhnlichen Hofdünger in weit geringerer Menge schon fertig gebildet vorhanden ist. Uebrigens sieht man, daß die hier gefundene mittlere Aequivalentzahl des Guano nicht sehr weit von derjenigen abweicht, welche schon früher aus den in Deutschland ausgeführten Versuchen und bei dem Anbau von anderen Pflanzen sich ergab und dann, daß die einzelnen direkt berechneten Zahlen, ungeachtet sie unter sich nicht sehr übereinstimmend gefunden werden konnten, dennoch lange nicht so bedeutend von einander abweichen, als wenn man dieselben nach der Quantität der erzeugten vegetabilischen Substanz feststellt, wie es gleich unten geschehen ist.

Eine ähnliche Berechnung, wie für den Guano, auch für andere Düngmittel anzustellen, kann nur geringes Interesse darbieten, da hierzu die vorhandenen Unterlagen durchaus nicht ausreichen; ich will nur anführen, daß das Aequivalent an Stalldünger für 100 Kil. Rapskuchen sich ergiebt aus dem Versuche mit

Hafer	Nr. 11. B.	= 2190 Kil.
Turnips	„ 33.	= 2690 „
„	„ 35. A.	= 2825 „

Die Versuchsreihe Nr. 11. B. (Hafer) nimmt auch deswegen unser Interesse in Anspruch, weil sie die einzige ist, bei welcher auch die Nachwirkung im zweiten Jahre nach dem Aufbringen der Düngmittel genau bestimmt wurde. Wir sehen, daß diese Nachwirkung beim Guano eine nicht unbedeutende, bei den Rapskuchen dagegen gleich Null war, indem durch den Guano an Heu 439 Kil., durch die Rapskuchen nur 35 Kil. mehr erzeugt wurden. Die Witterung im ersten Jahre des Versuches war im Allgemeinen trocken, es konnte daher das rohe Knochenmehl nicht zur Wirksamkeit gelangen, an Körnern stellte sich sogar eine Verminderung des Ertrages heraus, welche 91 Kil. betrug, in der Strohproduktion war eine geringe Zunahme zu beobachten; daß aber dieses Düngmittel nicht für die Vegetation überhaupt verloren war, ergiebt sich aus der Nachwirkung im zweiten Jahre, in welchem pr. Hectare 404 Kil. an Heu mehr geerntet wurden, als von einer gleichen

Fläche ungedüngten Landes; es ist wahrscheinlich, daß diese günstige Nachwirkung des Knochenmehles noch längere Zeit hindurch sich bemerkbar gemacht haben wird. Erwähnenswerth ist die außerordentlich günstige Wirkung der salpetersauren Salze für die Vegetation des Hafers; das salpetersaure Kali und Ammoniak haben gleich im ersten Jahre eine so üppige Vegetation hervorgebracht, daß diese im zweiten Jahre eine Verminderung des Graswuchses zur Folge hatte, dagegen zeigte das salpetersaure Natron oder der Chilisalpeter auch noch im zweiten Jahre eine deutlich günstige Wirkung. Die Aequivalente der salpetersauren Salze, in Stalldünger ausgedrückt, berechnen sich auffallend hoch, worauf jedoch auch die schlechte Beschaffenheit des letzteren einen bedeutenden Einfluß mag ausgeübt haben; sie sind jedoch höher als die der gleichzeitig dem Versuche unterworfenen Ammoniaksalze.

	Menge pr. Hectare.	Mehrertrag pr. Hectare. 1. Jahr (Hafer). Körner.	2. Jahr (Kleegras). Stroh.	Heu.	100 Kil. entsprechen an Stalldünger
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
1. Salpeter	99	1086	1309	— 264	41400
2. Salpeters. Ammoniak .	106	932	1219	— 31	36320
3. Chilisalpeter	90	362	606	+ 301	19190
4. Schwefels. Ammoniak .	125	421	382	— 13	12700
5. Salmiak	114	625	755	+ 31	22800

Bei den meisten der betreffenden Düngungsversuche ist eine Versuchsfläche ungedüngt gelassen, so daß also der Mehrertrag, welcher unter dem Einfluß der Düngstoffe producirt wurde, mit Genauigkeit berechnet werden konnte. In dem Folgenden sind die direkt sich ergebenden Mehrerträge in der Weise zusammengestellt worden, daß die angegebenen Mengen der vegetabilischen Substanz auf 100 Kil. des angewandten Düngmittels sich beziehen. Wir betrachten nach einander die wichtigeren Düngstoffe in ihrer Wirkung bei der Kultur verschiedener Pflanzen.

1. Guano.

Nr. des Versuches.	Angewendete Menge pr. Hectare.		Mehrertrag für 100 Kil. des Düngmittels pr. Hectare. Gerste. Körner.	Stroh.
Nr. 2.	369 Kil.		254 Kil.	453 Kil.
„ 4. B.	246 „		365 „	354 „
		Mittel	310 Kil.	404 Kil.
			Hafer. Körner.	Stroh.
Nr. 5.	492 Kil.		149 Kil.	273 Kil.
„ 11. B.	176 „		164 „	118 „
„ 12.	123 „		500 „	— „
„ 13.	246 „		311 „	558 „
		Mittel	281 Kil.	317 Kil.

Nr. des Versuches.	Angewendete Menge	Mehrertrag für 100 Kil. des Düngmittels pr. Hectare. Weizen. Körner.	Stroh.
Nr. 3. B.	369 Kil.	226 Kil.	690 Kil.
„ 4. C.	246 „	114 „	162 „
„ 7.	246 „	230 „	623 „
„ 11.	184 „	205 „	600 „
„ 12. A.	246 „	32 „	241 „
	Mittel	162 Kil.	463 Kil.

Kleegras.

Nr. des Versuches.	Düngermenge pr. Hectare.	Heu, für 100 Kil. Guano.	Nr. des Versuches.	Düngermenge pr. Hectare.	Heu, für 100 Kil. Guano.
Nr. 4. B. . .	246 Kil.	403 Kil.	Nr. 10. . .	123 Kil.	880 Kil.
„ 5. . .	246 „	200 „	„ 16. A. . .	184 „	376 „
„ 6. A. . .	246 „	567 „	„ 16. B. . .	184 „	376 „
„ 6. B. . .	198 „	290 „	„ 17. . .	184 „	1374 „
„ 7. . .	492 „	262 „	„ 17. . .	492 „	112 „
„ 9. . .	1107 „	266 „	„ 18. A. . .	396 „	643 „
„ 9. . .	615 „	268 „	„ 18. B. . .	738 „	481 „
„ 9. . .	369 „	119 „		Mittel	441 Kil.

Kartoffeln.

Nr. des Versuches.	Düngermenge pr. Hectare.	Ertrag für 100 Kil. Guano.	Nr. des Versuches.	Düngermenge pr. Hectare.	Ertrag für 100 Kil. Guano.
Nr. 3. B. . .	615 Kil.	852 Kil.	Nr. 14. A. . .	246 Kil.	3703 Kil.
„ 4. A. . .	369 „	1602 „	„ 14. B. . .	430 „	563 „
„ 4. B. . .	369 „	1932 „	„ 14. B. . .	246 „	200 „
„ 7. . .	246 „	748 „	„ 15. B. . .	369 „	1200 „
„ 7. . .	246 „	6024 „		Mittel	1769 Kil.
„ 7. . .	246 „	1862 „			

Turnips.

Nr. des Versuches.	Düngermenge pr. Hectare.	Ertrag für 100 Kil. Guano.	Nr. des Versuches.	Düngermenge pr. Hectare.	Ertrag für 100 Kil. Guano.
Nr. 13. . .	369 Kil.	3615 Kil.	Nr. 24. B. . .	369 Kil.	1867 Kil.
„ 13. . .	430 „	3800 „	„ 32. A. . .	308 „	5907 „
„ 13. . .	738 „	2932 „	„ 32. B. . .	246 „	6215 „
„ 14. . .	307 „	11283 „	„ 33. . .	369 „	5667 „
„ 18. A. . .	246 „	4170 „	„ 33. . .	369 „	3333 „
„ 18. B. . .	246 „	9488 „	„ 37. C . .	369 „	4147 „
„ 18. B. . .	123 „	6228 „	„ 42. . .	591 „	3267 „
„ 18. C. . .	246 „	4554 „	„ 42. . .	393 „	8980 „
„ 18. D. . .	246 „	5220 „	„ 42. . .	591 „	5796 „
„ 18. E. . .	308 „	12364 „	„ 42. . .	196 „	20595 „
„ 19. . .	492 „	1800 „	„ 46. . .	615 „	1514 „
„ 19. . .	402 „	4251 „	„ 49. . .	286 „	6455 „
„ 19. . .	293 „	5624 „		Mittel	5115 Kil.
„ 24. A. . .	369 „	3931 „			

Bei einer Rechnungsweise, wie sie hier zur Bestimmung der im Guano enthaltenen Düngkraft angewandt worden ist, kann man nur dann erwarten, ein annähernd richtiges Resultat zu erhalten, wenn eine sehr große Anzahl von Düngungsversuchen vorliegt, welche eine bestimmte Mittelzahl für alle Verhältnisse festzustellen gestattet. Im Einzelnen müssen immer sehr große Abweichungen von dieser Mittelzahl sich ergeben, je nachdem die Beschaffenheit des Bodens, des Klima's, der Kultur, der Witterung, die Menge des ausgestreuten Düngmittels, die Zeit, zu welcher es ausgestreut wurde, und andere zufällige und veränderliche Umstände entweder die Wirkung des Düngers unterstützen oder derselben hindernd entgegentreten. Bei dem Düngungsversuch zu Hafer Nr. 5 war schon an sich im Boden ein großer Reichthum an Pflanzennahrung enthalten, die angewandte Menge von Guano war verhältnißmäßig viel zu groß, so daß unter dessen Einfluß der Hafer schon vor der Reife wegen Uebermaß an pflanzenernährenden Stoffen sich vollständig lagerte, der Guano konnte also in einem nur sehr geringen Grade zur Vermehrung der Ernten beitragen; in Nr. 11 B. ist ausdrücklich angegeben, daß der angewandte Guano nicht von der besten Qualität war, woraus dessen geringere Wirkung ganz einfach sich erklärt; selbst in Nr. 13 hätte ohne Zweifel der Guano ungleich günstiger gewirkt, wenn nicht schon auflösliche Pflanzennahrung in reichlicher Menge in dem Boden zugegen gewesen wäre. Der Boden, welcher zu dem Düngungsversuche zu Weizen Nr. 4. C. benutzt wurde, war ein armer trockner Kalkboden, in welchem die Düngkraft schnell verzehrt wurde, der schon wegen seiner physikalischen Beschaffenheit zu dem Anbau von Weizen ungeeignet zu sein schien, so daß die Saat im Frühjahr auf allen Versuchsflächen ein sehr kümmerliches Ansehen hatte. Unter solchen Verhältnissen kann man natürlich aus einigen wenigen Versuchen nicht eine richtige Mittelzahl für die Wirkung des Guano feststellen wollen; die hier aus den Versuchen sich ergebende Zahl ist wenigstens für die Getreidearten jedenfalls zu niedrig. Dennoch aber sieht man, daß der Guano auch bei den Körnerfrüchten im Mittel einen solchen Mehrertrag geliefert hat, daß die ausgelegten Kosten schon durch die mehrerzeugten Körner gedeckt werden, ohne daß es nöthig wäre, das zu gleicher Zeit producirte Stroh, wie auch die noch zu erwartende Nachwirkung im zweiten Jahre mit in Anschlag zu bringen. Außerdem ergiebt sich bei der Vergleichung der hier zusammengestellten Versuche mit den schon früher mitgetheilten, daß die oft noch ausgesprochene Ansicht keineswegs richtig ist, nach welcher die Boden- und klimatischen Verhältnisse in England und Schottland die Wirkung des Guano besonders unterstützten, während dieses Düngmittel in Deutschland nicht mit gleichem

Vortheil anzuwenden sei. Der Guano verfehlt bei richtiger Anwendung in Deutschland ebenso wenig seine Wirkung, wie in England.

Ueber den Einfluß des Guano bei dem Anbau von Kleegras, Kartoffeln und besonders von Turnips liegt hier eine größere Anzahl von Versuchsresultaten vor, aus welchen wenigstens für die letztgenannte Frucht eine ziemlich richtige mittlere Aequivalentzahl hervorzugehen scheint. Die Wirkung auf Kleegras ist nicht so günstig, wie sie nach anderweitig angestellten Beobachtungen wohl hätte erwartet werden können. Wenn es gestattet wäre, die Zahl 440, welche als Mittelzahl aus den Versuchen bei dem Anbau von Kleegras berechnet worden ist, ein wenig zu erhöhen, etwa bis 500, so ergiebt sich die auffallende Erscheinung, daß eine bestimmte Menge Guano bei dem Anbau von Kleegras, Kartoffeln und Turnips im Mittel überall eine fast ganz gleich große Quantität an trockner vegetabilischer Substanz erzeugt hat, ja auch die Mehrerträge bei der Kultur der Getreidearten verhalten sich fast vollkommen hiermit übereinstimmend.

2. Rapskuchen.

Nr. des Versuches.	Düngermenge pr. Hectare.	Mehrertrag für 100 Kil. Rapskuchen pr. Hectare. Gerste. Körner.	Stroh.
Nr. 4. A.	527 Kil.	73 Kil.	112 Kil.
„ 4. B.	527 „	63 „	50 „
		Mittel 68 Kil.	81 Kil.
		Hafer. Körner.	Stroh.
Nr. 2.	527 Kil.	27 Kil.	41 Kil.
„ 11. B.	615 „	55 „	43 „
		Mittel 41 Kil.	42 Kil.
		Weizen. Körner.	Stroh.
Nr. 3. B.	615 Kil.	202 Kil.	471 Kil.
„ 4. C.	527 „	— 13 „	9 „
„ 11. B.	184 „	256 „	386 „
„ 11. B.	492 „	105 „	116 „
		Mittel 138 Kil.	246 Kil.

Nr. des Versuches.	Düngermenge pr. Hectare.	Mehrertrag für 100 Kil. Rapskuchen. Kartoffeln.
Nr. 4. A.	340 Kil.	726 Kil.
		Turnips.
Nr. 18. B.	300 Kil.	2833 Kil.
„ 32. B.	615 „	1946 „
„ 33.	861 „	1430 „
„ 35. A.	800 „	1246 „
„ 35. C.	984 „	1031 „
„ 35. C.	2214 „	972 „
		Mittel 1576 Kil.

Nur die bei dem Anbau von Turnips gefundene Aequivalentzahl schien einiges Vertrauen zu verdienen, wenigstens stimmt das Verhältniß zwischen dieser Zahl und der oben für die Wirkung des Guano festgestellten recht gut mit anderweitigen Erfahrungen überein.

3. Knochenmehl.

Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 100 Kil. Knochen
		Kleegras (Heu).
Nr. 18. A.	593 Kil.	148 Kil.
		Kartoffeln.
Nr. 4. A.	726 Kil.	271 Kil.

Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 100 Kil. Knochen. Turnips.	Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 100 Kil. Knochen Turnips.
Nr. 2.	1100 Kil.	2777 Kil.	Nr. 30.	738 Kil.	1516 Kil.
„ 2.	2200 „	1536 „	„ 30.	615 „	1553 „
„ 2.	550 „	5027 „	„ 32. A.	792 „	1688 „
„ 10.	169 „	3284 „	„ 32. B.	594 „	2488 „
„ 11.	1100 „	1867 „	„ 33.	560 „	1977 „
„ 11.	880 „	1849 „	„ 37. A.	593 „	901 „
„ 14.	1100 „	4019 „	„ 37. B.	593 „	373 „
„ 18. A.	880 „	850 „	„ 38.	356 „	3247 „
„ 18. B.	880 „	2330 „	„ 39.	791 „	373 „
„ 18. B.	660 „	2710 „	„ 40.	988 „	448 „
„ 18. C.	880 „	1230 „	„ 41.	593 „	248 „
„ 18. D.	880 „	823 „	„ 42.	395 „	7878 „
„ 18. D.	880 „	533 „	„ 42.	988 „	2882 „
„ 18. E.	880 „	2274 „	„ 42.	790 „	4872 „
„ 19.	1000 „	750 „	„ 43.	593 „	497 „
„ 19.	1250 „	1033 „	„ 49.	1230 „	442 „
„ 24. A.	593 „	1800 „	„ 49.	1476 „	1430 „
„ 24. B.	704 „	873 „			Mittel 1952 Kil.

Gebrannte Knochen (Knochenasche).

Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 100 Kil. Knochen. Kartoffeln.	Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 100 Kil. Knochen Turnips.
Nr. 3. B.	369 Kil.	1498 Kil.	Nr. 30.	406 Kil.	2270 Kil.
		Turnips.	„ 35. C.	440 „	5321 „
Nr. 10.	169 Kil.	8308 Kil.	„ 37. A.	542 „	373 „
„ 18. A.	880 „	850 „	„ 37. C.	246 „	2000 „
„ 18. B.	880 „	2741 „	„ 38.	246 „	3500 „
„ 18. C.	880 „	789 „	„ 39.	738 „	400 „
„ 18. E.	880 „	556 „	„ 40.	480 „	307 „
„ 19.	738 „	1116 „	„ 43.	400 „	1415 „
„ 24. B.	312 „	1657 „			Mittel 2107 Kil.

Knochenmehl und Schwefelsäure.

Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 100 Kil. Knochen. Hafer. Körner.	Stroh.
Nr. 1. A.	369 Kil.	271 Kil.	387 Kil.
„ 1. B.	492 „	125 „	196 „
„ 3. B.	246 „	56 „	370 „
„ 4. A.	88 „	830 „	600 „
„ 6.	396 „	— 6 „	78 „
„ 7.	60 „	507 „	542 „
„ 8.	594 „	85 „	145 „
„ 9.	80 „	315 „	725 „
„ 10.	396 „	— 187 „	— 173 „
„ 11. A.	60 „	166 „	288 „
„ 11. A.	60 „	295 „	993 „
	Mittel	223 Kil	377 Kil.

Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Weizen. Körner.	Stroh.
Nr. 4. B.	395 Kil.	23 Kil.	13 Kil.
„ 5.	237 „	181 „	371 „
	Mittel	102 Kil.	192 Kil.

Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 100 Kil. Knochen. Kartoffeln.
Nr. 6.	102 Kil.	363 Kil.
„ 2. B.	738 „	824 „
		Mittel 594 Kil.

Nr. des Versuches.	Knochen.	Säure.	Mehrertrag für 100 Kil. Knochen. Turnips.
Nr. 14.	220 Kil.	96 Kil.	15220 Kil.
„ 18. E.	440 „	184 „	3582 „
„ 24. B.	46 „	39 „	20126 „
„ 25. B.	704 „	220 „	1135 „
„ 30.	369 „	184 „	6904 „
„ 30.	184 „	92 „	9310 „
„ 30.	369 „	123 „	6336 „
„ 30.	369 „	92 „	5445 „
„ 30.	92 „	46 „	10740 „
„ 35. A.	346		5373 „
„ 47. A.	202 „	78 „	10782 „
„ 47. B.	202 „	78 „	10871 „
„ 49.	1353		1230 „
			Mittel 8229 Kil.

Knochenmehl und Salzsäure.

Nr. des Versuches.	Knochen.	Säure.	Mehrertrag für 100 Kil. Knochen. Turnips.
Nr. 18. E.	440 Kil.	184 Kil.	5823 Kil.
„ 30.	369 „	184 „	6604 „
„ 30.	184 „	92 „	12000 „
„ 30.	92 „	46 „	16467 „
		Mittel	10224 Kil.

Gebrannte Knochen und Schwefelsäure.

Nr. des Versuches.	Knochen.	Säure.	Mehrertrag für 100 Kil. Knochen. Turnips.
Nr. 18. E.	440 Kil.	92 Kil.	5770 Kil.
„ 30.	203 „	184 „	10384 „
„ 35. C.	440 „	147 „	7192 „
		Mittel	7782 Kil.

Gebrannte Knochen und Salzsäure.

Nr. 35. C.	440 Kil.	300 Kil.	4910 Kil.

Kalk-Superphosphat*).

Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 100 Kil. des Düngers. Weizen. Körner.	Stroh.
Nr. 11.	369 Kil.	246 Kil.	462 Kil.

Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 100 Kil. des Düngers.
		Kleegras (Heu).
Nr. 18. B.	1107 Kil.	83 Kil.
		Turnips.
Nr. 35. A.	553 Kil.	3553 Kil.
„ 35. B.	615 „	2636 „
„ 35. B.	615 „	2209 „
„ 35. C.	1353 „	2317 „
„ 48.	369 „	7312 „
	Mittel	3605 Kil.

Apatit oder Phosphorit.

Nr des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 100 Kil. Apatit. Turnips.
Nr. 35. B.	369 Kil.	558 Kil.
„ 49.	1476 „	1067 „
	Mittel	813 Kil.

*) Als Kalksuperphosphat bezeichnet man gewöhnlich das Präparat, welches durch Einwirkung der Schwefelsäure auf gebrannte Knochen, meist unter Zusatz von Asche, Knochenkohle &c. bereitet und dann im trocknen Zustande von den Landwirthen vorzugsweise für den Turnipsbau verwendet wird. Manchmal wird jedoch mit demselben Namen das aus den frischen Knochen mittelst Schwefelsäure dargestellte Präparat bezeichnet. Es ist zu bemerken, daß die obigen Zahlen sich auf 100 Kil. des ganzen Düngmittels beziehen, welches also außer der Schwefelsäure häufig noch andere zufällig oder absichtlich zugesetzte Stoffe enthält, während bei den übrigen Knochen-Düngmitteln die Aequivalentzahlen für 100 Th. der reinen frischen oder gebrannten Knochen berechnet wurden.

Apatit und Schwefelsäure.

Nr. des Versuches.	Apatit.	Säure.	Mehrertrag für 100 Kil. Apatit. Turnips.
Nr. 35. B.	220 Kil.	140 Kil.	5113 Kil.
„ 35. B.	299 „	112 „	4073 „
„ 49.	1476 „	49 „	1232 „
		Mittel	3473 Kil.

Daß die Knochen einen ausgezeichnet günstigen Einfluß ausüben auf e Vegetation der Turnipspflanze, ist eine Thatsache, die gegenwärtig nicht m geringsten Zweifel mehr unterworfen sein kann; in England und Schottnd werden jährlich Millionen Centner dieses Düngmittels fast ausschließlich r den Turnipsbau mit stets gleichbleibendem, überaus lohnendem Erfolge rwendet. Die Wirkung bleibt nie gänzlich aus, wenn auch äußere Verıltnisse auf den höheren oder geringeren Grad derselben wesentlich influiren. ie hier in ihren Resultaten mitgetheilten zahlreichen Versuche geben ein ares Bild von der Art und dem Grade der Wirkung des Knochendüngers, e gestatten uns im Allgemeinen gewiß richtige Mittelzahlen zur Bezeichnung eser Wirkung bei der Kultur des Turnips aufzustellen. 100 Kil. des gewöhnchen, hinreichend feinen Knochenmehles haben die Fähigkeit, im ersten Jahre er Anwendung im Mittel fast genau 2000 Kil. Turnipsrüben zu erzeugen, enn das Düngmittel in einer Quantität von 600 bis 800 Kil. auf die läche eines Hectare ausgestreut wird. Je feiner die Knochen zerstampft nd zermahlen sind, um so günstiger ist ihre Wirkung. Diese günstige Wirkung wird vorzugsweise bedingt durch die in den Knochen enthaltene und en Pflanzen zugänglich gemachte Phosphorsäure; aber auch die organische ickstoffhaltige Substanz der Knochen ist keineswegs völlig gleichgültig für as Wachsthum der Turnipspflanze, wie sich z. B. aus der Versuchsreihe Nr. 30 deutlich genug ergiebt und auch durch die günstige Wirkung der Rapsuchen und anderer vorzugsweise stickstoffhaltiger Düngmittel bewiesen wird. Diese letztere Wirkung ist jedoch der ersteren untergeordnet, in sehr vielen Fällen findet die Turnipspflanze die geringe Menge an Stickstoffnahrung, welche derselben zum üppigen Gedeihen nöthig ist, bereits im Boden vor, den rößten Theil des nach und nach im Organismus gebundenen und verarbeiteen Stickstoffes scheint diese Pflanze dem in der Atmosphäre verbreiteten Ammoniak zu verdanken. Daß den obigen Versuchen und anderweitigen Erfahrungen zufolge die gebrannten Knochen, wenn sie in gleich großer Quantität über eine bestimmte Fläche ausgestreut werden, eine ebenso günstige, sogar wie es scheint, noch etwas günstigere Wirkung äußern, wie die rischen unveränderten Knochen, hiervon möchte die Ursache theils darin liegen, daß die gebrannten Knochen, bei gleichem Gewichte, eine ungleich größere

Menge an Phosphorsäure enthalten, theils aber und besonders durch den Umstand bedingt sein, daß die Knochen nach dem Ausbrennen die Fähigkeit besitzen, zu dem feinsten Mehle sich pulvern zu lassen, wodurch natürlich der Uebergang in die Pflanze erleichtert und somit deren Wirkung erhöht werden muß. Noch weit mehr aber werden die Knochen zu einer schnellen Wirkung bestimmt, wenn sie durch Schwefelsäure oder Salzsäure in den Zustand der feinsten Zertheilung und leichter Auflöslichkeit übergeführt worden sind; durch dieses Mittel gewinnt man von der Knochendüngung bei der Kultur von Turnips gleich im ersten Jahre einen vierfach höheren Ertrag an Rüben, als ohne Anwendung der Schwefelsäure; 200 bis 300 Kil. der auf diese Weise behandelten Knochen genügen in der Regel, um von der Fläche eines ganzen Hectare eine vorzügliche Ernte zu erhalten. An Säure ist hierbei die Hälfte, oder doch ein Drittel des Gewichtes der Knochen erforderlich; geringere Mengen der Säure sind nicht im Stande, die ganze Masse der Knochen gleichmäßig und gleichzeitig wirksam zu machen, die Ernte fällt entsprechend geringer aus. Alle Stoffe, welche eine große Menge Phosphorsäure enthalten, äußern dieselbe günstige Wirkung für die Vegetation der Turnips, wenn nur die Phosphorsäure in einem hinreichend löslichen Zustande gegenwärtig ist; der Apatit oder Phosphorit zeigt an sich eine nur sehr geringe und niemals lohnende Wirkung, weil der phosphorsaure Kalk in diesem Mineral mechanisch zu stark gebunden ist; durch längere Einwirkung der Schwefelsäure wird auch diese Substanz zu einer gleichen Thätigkeit gebracht wie die Knochen. Aehnlich verhalten sich auch die sogenannten Coprolithen, wenn denselben nicht eine zu große Menge von Thon, Kalk und anderen Erdarten beigemengt ist. Die mit Säure behandelten Knochen und alle Substanzen, in welchen eine große Menge auflösliche Phosphorsäure enthalten ist, sind ein sicher wirkendes und in der Anwendung sehr lohnendes Düngmittel bei der Kultur von Turnipsrüben.

Ueber die Wirkung der Knochendüngung auf die Kultur anderer Rübenarten habe ich hier keine genauen Versuchsresultate mittheilen können; es scheint jedoch kaum zweifelhaft, daß diese Düngung auch bei anderen Rübenarten in den meisten Fällen eine günstige Wirkung ausüben muß, da die letztere jedenfalls durch den ganzen organischen Bau der Pflanze bedingt ist und durch die Art und Weise, wie die Pflanzennahrung in den Organismus aufgenommen wird; in dieser Hinsicht scheinen alle rübenartigen Pflanzen sich ähnlich verhalten zu müssen. Ebenso wenig sind wir im Stande, den Erfolg der Knochendüngung bei den Kartoffeln mit einiger Sicherheit zu beurtheilen, es muß hierüber erst eine größere Anzahl von vergleichenden Versuchen angestellt werden. Daß die Knochen bei der Kultur der Getreide-

ten, wenigstens unter vielen Verhältnissen, einen sehr günstigen Einfluß
ßern, davon sind die deutschen, besonders die sächsischen Landwirthe schon
ngst überzeugt; ob aber diese Wirkung durch Behandlung mit Schwefel-
ure mit Vortheil unterstützt und beschleunigt werden könne, ist eine Frage,
deren Lösung deutsche Landwirthe bisher nur sehr wenige Beiträge geliefert
ben. In England und Schottland hat man allerdings vielfach die Er-
hrung gemacht, daß auch die Vegetation der Getreidearten sehr gefördert
ird durch eine Düngung mit schwefelsauren Knochen, wenn diese in einer
uantität von 200 bis 300 Kil. für die Fläche eines Hectare als Bei-
d Hülfsdüngung angewandt werden; die oben mitgetheilten Düngungs-
rsuche beweisen gleichfalls diese günstige Wirkung, wenn gleich nicht
leugnet werden kann, daß diese Art der Düngung bei dem Getreide weder
nen so sicheren noch einen so auffallenden Erfolg zeigt, wie wir denselben
i den Turnipsrüben nachgewiesen haben. Die Ursache dieser Erscheinung
egt in dem abweichenden Verhalten beiderlei Pflanzen hinsichtlich der Auf-
ahme von Nahrungsstoffen, wie in einem anderen Abschnitte dieses Werkes
äher erörtert werden wird.

4. Chilisalpeter.

Nr. des Versuches.	Menge des Düngers pr. Hectare.	Mehrertrag für 100 Kil. des Düngers.	
		Gerste.	
		Körner.	Stroh.
Nr. 4. A.	184 Kil.	434 Kil.	341 Kil.
		Hafer.	
		Körner.	Stroh.
Nr. 11. B.	99 Kil.	366 Kil.	612 Kil.
		Weizen.	
		Körner.	Stroh.
Nr. 1.	123 Kil.	511 Kil.	4 Kil.
„ 2.	184 „	163 „	391 „
„ 4. A.	154 „	256 „	303 „
„ 4. B.	184 „	113 „	386 „
„ 4. C.	123 „	271 „	342 „
„ 7.	123 „	481 „	603 „
„ 9.	123 „	440 „	177 „
„ 10. A.	184 „	209 „	308 „
„ 10. B.	184 „	209 „	460 „
„ 12.	369 „	154 „	405 „
		Mittel 281 Kil.	338 Kil.
		Bohnen *).	
		Körner.	Stroh.
Nr. 1.	185 Kil.	570 Kil.	3048 Kil.
		Erbsen *).	
Nr. 2.	61 Kil.	834 Kil.	1444 Kil.

*) Außer dem Chilisalpeter wurde in diesen Versuchen noch eine gleiche Menge von Glaubersalz in Anwendung gebracht, dessen Wirkung hier nicht in Rechnung gebracht worden ist.

Kleegras (Heu).

Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 100 Kil. des Düngers.
Nr. 1.	165 Kil.	1264 Kil.
„ 2. A.	185 „	1432 „
„ 2. B.	246 „	828 „
„ 4. A.	123 „	911 „
„ 4. B.	123 „	467 „
„ 6. A.	176 „	298 „
„ 6. B.	132 „	1108 „
„ 7.	246 „	774 „
„ 10.	246 „	894 „
„ 11.	228 „	423 „
„ 12.	123 „	1200 „
„ 13.	123 „	1050 „
„ 14.	202 „	664 „
„ 15.	123 „	412 „
„ 16. A.	110 „	698 „
„ 16. B.	110 „	1635 „
„ 18. B.	492 „	272 „
		Mittel 843 Kil.

Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 100 Kil. des Düngers. Kartoffeln.
Nr. 3. B.	185 Kil.	3648 Kil.
„ 4. B.	184 „	536 „
		Mittel 2092 Kil.
		Turnips.
Nr. 13.	369 „	— 1551 Kil.
„ 13.	492 „	— 409 „
„ 18. C.	184 „	+ 3386 „
„ 37. B.	246 „	+ 5000 „
„ 49.	184 „	+ 8451 „
		Mittel 2975 Kil.

5. Kalisalpeter.

Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 100 Kil. des Düngers. Gerste. Körner.	Stroh.
Nr. 2.	123 Kil.	450 Kil.	1463 Kil.
„ 4. A.	123 „	515 „	642 „
„ 5.	123 „	124 „	300 „
„ 6.	220 „	152 „	160 „
„ 7.	150 „	0 „	185 „
„ 8.	88 „	194 „	0 „
„ 9.	92 „	210 „	1590 „
	Mittel	235 Kil.	620 Kil.

Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 100 Kil. des Düngers. Hafer. Körner.	Stroh.
Nr. 2.	123 Kil.	120 Kil.	335 Kil.
„ 3. A.	184 „	— 95 „	1412 „
„ 5.	184 „	+ 114 „	766 „
„ 11. B.	99 „	1097 „	1322 „
	Mittel	312 Kil.	979 Kil.

Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Weizen. Körner.	Stroh.
Nr. 2.	138 Kil.	179 Kil.	408 Kil.
„ 3. A.	185 „	190 „	2136 „
„ 4. A.	123 „	245 „	282 „
„ 6.	184 „	102 „	494 „
„ 7.	88 „	518 „	1163 „
„ 8. A.	92 „	— 30 „	— 281 „
„ 8. A.	61 „	— 265 „	+ 1635 „
„ 8. B.	92 „	+ 616 „	1614 „
„ 9.	123 „	427 „	81 „
	Mittel	220 Kil.	837 Kil.

Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 100 Kil. des Düngers. Kleegras (Heu).
Nr. 4.	123 Kil.	321 Kil.
„ 7.	184 „	802 „
„ 10.	123 „	1238 „
	Mittel	787 Kil.

Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 100 Kil. des Düngers. Turnips.
Nr. 32. A.	154 Kil.	1273 Kil
„ 32. B.	138 „	3370 „
„ 34 *).	123 „	1951 „
„ 34.	123 „	4081 „
	Mittel	2669 Kil.

Chilisalpeter und Glaubersalz **).

Nr. des Versuches.	Menge des Chilisalpeters.	Mehrerträge für 100 Kil. des Chilisalpeters. Gerste. Körner.	Stroh.
Nr. 4. B.	123 Kil.	565 Kil.	385 Kil.

Nr. des Versuches.	Menge des Chilisalpeters.	Hafer. Körner.	Stroh.
Nr. 1. A.	185 Kil.	501 Kil.	612 Kil.
„ 1. B.	185 „	428 „	1000 „
„ 4. B.	88 „	165 „	5 „
„ 5.	123 „	241 „	406 „
„ 6.	92 „	601 „	1604 „
„ 7.	114 „	444 „	1126 „
„ 8.	61 „	49 „	1614 „
„ 9.	110 „	198 „	301 „
„ 10.	78 „	— 6 „	845 „
„ 11. B.	61 „	+ 193 „	382 „
	Mittel	282 Kil.	789 Kil.

*) In Nr. 34 wurde zur Hälfte Chilisalpeter und zur anderen Hälfte gewöhnlicher Salpeter angewandt.

**) Bei der Berechnung der durch diese und die folgenden Mischungen bewirkten Mehrerträge ist überall nur auf den Salpeter Rücksicht genommen; hinsichtlich der negativen oder positiven Wirkung des Glaubersalzes und des Kochsalzes verweise ich auf die weiter unten zusammengestellten Resultate der betreffenden Versuche.

Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 100 Kil. des Düngers. Weizen. Körner.	Stroh.
Nr. 4. B.	123 Kil.	110 Kil.	493 Kil.
„ 5.	92 „	694 „	3933 „
	Mittel	402 Kil.	2213 Kil.

		Kleegras (Heu).
Nr. 7.	123 Kil.	900 Kil.

Kartoffeln.

Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 100 Kil. des Düngers.
Nr. 3. A.	123 Kil.	1232 Kil.
„ 4. A.	92 „	1750 „
„ 4. B.	92 „	1337 „
„ 6.	92 „	— 1202 „
„ 8. A.	69 „	— 889 „
„ 8. B.	56 „	— 1304 „
„ 10.	123 „	+ 1203 „
„ 11.	92 „	2511 „

Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 100 Kil. des Düngers.
Nr. 12.	79 Kil.	11127 Kil.
„ 13.	92 „	1946 „
„ 2. A.	62 „	24903 „
„ 2. B.	123 „	5660 „
„ 15. A.	123 „	496 „
„ 15. A.	123 „	1805 „
„ 15. B.	123 „	4396 „
	Mittel	2998 Kil.

Turnips.

Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 100 Kil. des Düngers.
Nr. 18. A.	123 Kil.	2910 Kil.
„ 24. A.	75 „	3935 „
	Mittel	3423 Kil.

Kalisalpeter und Glaubersalz.

Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 100 Kil. des Düngers. Kartoffeln.
Nr. 4. A.	92 Kil.	1750 Kil.
„ 4. B.	92 „	1600 „
	Mittel	1675 Kil.

Chilisalpeter und Kochsalz.

Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 100 Kil. des Düngers. Gerste. Körner.	Stroh.
Nr. 2.	92 Kil.	630 Kil.	1014 Kil.
„ 4. A.	92 „	697 „	715 „
„ 5.	123 „	124 „	— 101 „
„ 6.	114 „	98 „	+ 336 „
„ 7.	123 „	306 „	250 „
„ 8.	92 „	644 „	— 286 „
„ 9.	92 „	453 „	+ 2048 „
	Mittel	438 Kil.	568 Kil.

		Hafer. Körner.	Stroh.
Nr. 2.	92 Kil.	135 Kil.	363 Kil.
„ 3. A.	92 „	187 „	2109 „
	Mittel	161 Kil.	1236 Kil.

Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 100 Kil. des Düngers. Weizen. Körner.	Stroh.
Nr. 3. A.	123 Kil.	356 Kil.	2248 Kil.
„ 6.	132 „	186 „	352 „
„ 7.	92 „	490 „	873 „
„ 8. A.	61 „	— 46 „	407 „
„ 8. A.	61 „	+ 84 „	2030 „
„ 8. B.	61 „	36 „	2020 „
	Mittel	184 Kil.	1322 Kil.

Die salpetersauren Salze sind sicher wirkende Düngmittel für alle Getreidearten, wie für künstliche und natürliche Grasländereien; im Allgemeinen ebenfalls günstig wirken diese Salze für das Gedeihen der Kartoffeln, in einzelnen Fällen ist der Erfolg sogar überraschend, dennoch scheinen diese Düngmittel in ihrer Anwendung bei dem Kartoffelbau gewisse Boden- und Witterungsverhältnisse zur Unterstützung ihrer Wirkung zu verlangen und die letztere überhaupt nicht mit derselben Sicherheit zu garantiren, wie bei der Kultur von Gräsern aller Art; die Sicherheit der Wirkung vermindert sich abermals sehr bedeutend, wenn die salpetersauren Salze für die Düngung der Turnipsfelder benutzt werden, hier verwerthen sie sich im Allgemeinen durchaus nicht. Für die Landwirthschaft ist es von großem Werthe, daß der Natron- oder Chilisalpeter keine geringere, ja fast überall sogar eine etwas höhere Düngkraft besitzt, als der im Handel ungleich theurere Kalisalpeter. Wenn durch 100 Kil. des Chilisalpeters den obigen Versuchen zufolge im Mittel etwa 300 Kil. Getreidekörner producirt worden sind, so hat eine gleiche Quantität des gewöhnlichen Salpeters einen Mehrertrag von kaum 250 Kil. bewirkt, dagegen giebt sich überall die Erscheinung kund, daß das letztere Düngmittel ein weit größeres Gewicht an Stroh erzeugt, als das erstere, eine Erscheinung, welche mit der auch anderweitig beobachteten Wirkung des Kali auf die Strohbildung in nahem Zusammenhang stehen möchte. Der Kalisalpeter kann schon wegen seines hohen Preises niemals in größerer Menge für den Ackerbau verwendet werden, wohl aber verdient der Chilisalpeter auch in Deutschland mehr Beachtung, als derselbe bisher gefunden hat. Verglichen mit der Wirkung des Guano ist diejenige des Chilisalpeters für alle Grasarten, vielleicht für alle Körnerfrüchte, entschieden günstiger, während bei den Hackfrüchten, namentlich dem Turnips, der letztere dem ersteren in der Sicherheit der Wirkung bedeutend nachsteht. In den obigen Versuchen sind die bei Anwendung dieses Düngmittels für die Kultur des Getreides veranlaßten Kosten überall reichlich schon durch den vermehrten Körnerertrag bezahlt worden, ohne daß es nöthig wäre, den gleichzeitigen

Mehrertrag an Stroh in Rechnung zu bringen. Wo der Chilisalpeter für sich allein angewandt wurde, bemerkt man durchgängig, daß die Wirkung vorzugsweise auf die Körnerbildung, verhältnißmäßig weniger auf die Erzeugung von Stroh sich erstreckte; sehr auffallend muß es aber erscheinen, daß dieses Verhalten durch gleichzeitige Anwendung von Glaubersalz und von Kochsalz für Hafer und Weizen gerade umgekehrt wurde, indem nun eine besonders große Menge von Stroh erzeugt wurde, während bei der Gerste das frühere Verhältniß unverändert blieb. Diese, wie es scheint, sehr bestimmt auftretende Wirkung ist um so merkwürdiger, weil die Natronsalze, ganz besonders aber das Kochsalz, nach zahlreichen anderen Versuchen und Beobachtungen die Fähigkeit besitzen, das Verhältniß zwischen Körnern und Stroh zu Gunsten der ersteren zu gestalten. An Kleegras ist unter dem Einfluß von Chilisalpeter eine fast doppelt so große Quantität erzeugt worden, als durch Guano, wie aus gleichzeitig angestellten Versuchen sich ergiebt. Das Wachsthum der Kartoffeln scheint ungefähr in gleichem Grade durch Chilisalpeter gefördert zu werden, wie durch Guano, wenn auch nicht mit gleicher Sicherheit; der Zusatz von Glaubersalz hat für diese Frucht im Allgemeinen günstig gewirkt, aber durchaus nicht gleichmäßig, so daß in der Praxis von dieser Wirkung wohl niemals wird Gebrauch gemacht werden können.

6. Gaswasser.

Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 1000 Kil. Gaswasser. Hafer. Körner.	Stroh.
Nr. 1. A.	1318 Kil.	366 Kil.	649 Kil.
„ 1. B.	1557 „	423 „	597 „
„ 3. B.	878 „	253 „	1012 „
„ 6.	1940 „	176 „	567 „
„ 7.	352 „	1636 „	3307 „
„ 8.	352 „	458 „	1483 „
„ 9.	4390 „	146 „	156 „
„ 10.	1756 „	213 „	259 „
„ 11. A.	2196 „	250 „	346 „
„ 13.	600 „	132 „	513 „
	Mittel	405 Kil.	889 Kil.

Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Weizen. Körner.	Stroh.
Nr. 4. B.	2000 Kil.	212 Kil.	602 Kil.
„ 5.	2635 „	286 „	1430 „
	Mittel	249 Kil.	1016 Kil.

7. Schwefelsaures Ammoniak.

Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 100 Kil. des Salzes. Weizen. Körner.	Stroh.
Nr. 9.	31 Kil.	707 Kil.	3 Kil.
„ 9.	154 „	418 „	203 „
„ 11. B.	71 „	524 „	383 „
„ 11. B.	71 „	524 „	556 „
„ 11. B.	88 „	798 „	813 „
„ 11. B.	368 „	245 „	941 „
„ 11. B.	246 „	331 „	505 „
„ 11. B.	246 „	315 „	326 „
„ 12.	246 „	131 „	508 „
		Mittel 444 Kil.	470 Kil.
		Kleegras (Heu).	
Nr. 10.	123 Kil.	1124 Kil.	
		Kartoffeln.	
Nr. 3. B.	185 „	4027 Kil.	
		Turnips.	
Nr. 18. C.	184 Kil.	3130 Kil.	
„ 24.	158 „	1244 „	
„ 32. B.	110 „	0 „	
„ 35. A.	63 „	10682 „	
„ 35. C.	369 „	1685 „	
„ 37. B.	246 „	5000 „	
„ 49.	123 „	16406 „	

Schwefelsaures Ammoniak und Glaubersalz*).

Kartoffeln.

Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 100 Kil. des Salzes.	Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 100 Kil. des Salzes.
Nr. 2. A.	62 Kil.	16355 Kil.	Nr. 11.	92 Kil.	2114 Kil.
„ 2. B.	123 „	8520 „	„ 12.	61 „	2377 „
„ 3. A.	123 „	6602 „	„ 13.	92 „	— 1099 „
„ 4. A.	92 „	2815 „	„ 14. A.	82 „	7305 „
„ 4. B.	92 „	1600 „	„ 15. A.	123 „	545 „
„ 6.	92 „	134 „	„ 15. A.	123 „	789 „
„ 8. A.	69 „	535 „	„ 15. B.	123 „	5098 „
„ 8. B.	67 „	1910 „	„ 15. B.	246 „	1195 „
„ 10.	123 „	— 1463 „			Mittel 3252 Kil.

Die Flüssigkeiten, welche in den Gasfabriken gewonnen werden, wirken nur durch ihren Ammoniakgehalt; durch Zusatz von Schwefelsäure wird eine

*) Die hier angegebenen Zahlen beziehen sich nur auf das schwefelsaure Ammoniak, die etwaige Wirkung des Glaubersalzes ist nicht weiter in Rechnung gebracht.

Auflösung von *schwefelsaurem Ammoniak* gebildet. Die Wirkung des letzteren Salzes, im trocknen Zustande ausgestreut, scheint gegen diejenige eines gleichen Gewichtes der Gasflüssigkeit etwa die 12- bis 15fache zu sein, so daß hiernach in 100 Kil. des Gaswassers nach der Sättigung mit Schwefelsäure im Mittel 7 bis 8 Kil. Ammoniaksalz enthalten sein müssen; im Einzelnen jedoch variirt der Ammoniakgehalt der Gasflüssigkeiten bedeutend je nach der Beschaffenheit der zur Darstellung des Gases benutzten Steinkohlen. Den obigen Versuchen zufolge verhalten sich die *Ammoniaksalze* ganz analog den salpetersauren Salzen; einen entschieden günstigen und sicheren Erfolg äußern sie bei der Kultur von Körnerfrüchten und auf Grasländereien, weniger zuverlässig sind sie in ihrer Wirkung zu Gunsten der Vegetation der Kartoffeln, am wenigsten möchte für gewöhnliche Verhältnisse deren Anwendung bei dem Turnipsbau anzurathen sein; jedoch scheinen die Ammoniakverbindungen zur Förderung des Wachsthums der Hackfrüchte, namentlich der Kartoffeln mit etwas größerer Sicherheit zu wirken, als die salpetersauren Salze. Die reinen Ammoniaksalze werden natürlich niemals in größerer Quantität für den Ackerbau angewandt werden können, wohl aber möchten die sogenannten Gasflüssigkeiten in dieser Hinsicht alle Beachtung verdienen, indem diese namentlich nach der Sättigung mit Schwefelsäure eine ungleich kräftigere Wirkung auszuüben pflegen, als eine gleiche Quantität der gewöhnlichen Jauche.

8. Ruß.

Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 100 Kil. des Düngers.	
		Weizen.	
		Körner.	Stroh.
Nr. 4. A.	350 Kil.	45 Kil.	21 Kil.
		Kleegras (Heu).	
Nr. 2. A.	400 Kil.	168 Kil.	
„ 9.	500 „	71 „	
„ 16. C.	370 „	349 „	
		Mittel 196 Kil.	

Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 100 Kil. des Düngers. Kartoffeln.	Nr. des Versuches.	Menge des Düngers.	Mehrertrag für 100 Kil. des Düngers. Kartoffeln
Nr. 1.	740 Kil.	237 Kil.	Nr. 11.	950 Kil.	280 Kil.
„ 2. A.	1000 „	171 „	„ 13.	1200 „	— 84 „
„ 2. B.	300 „	1147 „	„ 15. A.	1200 „	+ 215 „
„ 4. A.	1900 „	26 „	„ 16. A.	1200 „	328 „
„ 6.	560 „	— 109 „	„ 15. B.	1200 „	787 „
„ 8. A.	1880 „	+ 166 „			Mittel 284 Kil.
„ 10.	1200 „	246 „			

Die im Allgemeinen günstige Wirkung des Ofenrußes für die Vege-
ion ist auch durch die vorliegenden Versuche bestätigt worden; diese Wir-
ng ist vorzugsweise bedingt durch den Ammoniakgehalt im Ruß; nach
r sehr wechselnden Menge des Ammoniaks wird auch der Erfolg mehr oder
niger sichtbar sein. Am meisten mit Vortheil möchte der Ofenruß auf
iesen oder auf künstlichen Grasländereien anzuwenden sein, entweder für
h allein oder wohl noch besser, nachdem derselbe mit Erde und allerlei son-
gen Abfällen der Wirthschaft zu einem Composte verarbeitet worden ist.

9. Kochsalz.

Nr. des Versuches.	Menge des Salzes pr. Hectare.	Mehrertrag für 100 Kil. des Salzes. Gerste. Körner.	Stroh.
Nr. 2.	369 Kil.	126 Kil.	203 Kil.
„ 4. A.	369 „	205 „	133 „
„ 4. B.	492 „	119 „	18 „
„ 5.	246 „	— 53 „	— 256 „
„ 6.	220 „	— 74 „	— 139 „
„ 7.	369 „	+ 34 „	— 8 „
„ 8.	984 „	35 „	— 207 „
„ 9.	246 „	0 „	+ 202 „
	Mittel	+ 49 Kil.	— 7 Kil.

		Hafer. Körner.	Stroh.
Nr. 2.	369 Kil.	87 Kil.	105 Kil.
„ 3. A.	184 „	17 „	734 „
„ 5.	615 „	9 „	10 „
„ 13.	123 „	— 178 „	— 243 „
	Mittel	— 16 Kil.	+ 152 Kil.

		Weizen. Körner.	Stroh.
Nr. 3. A.	369 Kil.	95 Kil.	274 Kil.
„ 4. A.	369 „	31 „	28 „
„ 4. B.	369 „	— 15 „	— 93 „
„ 6.	193 „	— 32 „	+ 241 „
„ 7.	492 „	+ 40 „	— 104 „
„ 8. A.	123 „	— 269 „	+ 532 „
„ 8. A.	123 „	— 205 „	+ 203 „
„ 8. B.	184 „	— 91 „	— 536 „
	Mittel	— 56 Kil.	+ 68 Kil.

Kleegras (Heu).

Nr. des Versuches.	Menge des Salzes.	Mehrertrag für 100 Kil. d. Salzes.	Nr. des Versuches.	Menge des Salzes.	Mehrertrag für 100 Kil. d. Salzes.
Nr. 2. A.	369 Kil.	— 92 Kil.	Nr. 12.	369 Kil.	0 Kil.
„ 2. B.	369 „	+ 173 „	„ 13.	492 „	+ 156 „
„ 4. A.	369 „	+ 132 „	„ 14.	264 „	+ 92 „
„ 6. A.	365 „	+ 63 „	„ 15.	246 „	— 119 „
„ 6. B.	369 „	— 12 „	„ 16. A.	246 „	+ 168 „
„ 7.	615 „	0 „	„ 16. B.	246 „	+ 6 „
„ 9.	132 „	— 502 „	„ 17.	1107 „	+ 24 „
„ 10.	369 „	— 217 „			Mittel — 9 Kil.
„ 11.	220 „	— 23 „			

10. Glaubersalz.

Nr. des Versuches.	Menge des Salzes pr. Hectare.	Mehrertrag für 100 Kil. des Salzes. Weizen. Körner.	Stroh.
Nr. 4. A.	184 Kil.	— 36 Kil.	+ 20 Kil.
„ 12.	369 „	+ 93 „	+ 214 „
	Mittel	+ 29 Kil.	+ 117 Kil.

Kleegras (Heu).

Nr. des Versuches.	Menge des Salzes.	Mehrertrag für 100 Kil. des Salzes.	Nr. des Versuches.	Menge des Salzes.	Mehrertrag für 100 Kil. des Salzes.
Nr. 2. A.	369 Kil.	— 149 Kil.	Nr. 10.	123 Kil.	— 123 Kil.
„ 2. B.	369 „	+ 521 „	„ 11.	352 „	+ 137 „
„ 4. A.	184 „	— 101 „	„ 12.	246 „	+ 125 „
„ 4. B.	246 „	— 25 „	„ 13.	369 „	+ 130 „
„ 6. A.	365 „	+ 3 „	„ 14.	264 „	+ 194 „
„ 6. B.	277 „	— 152 „	„ 15.	246 „	— 19 „
„ 10.	369 „	+ 9 „		Mittel	42 Kil.

Turnips.

Nr. des Versuches.	Menge des Salzes.	Mehrertrag für 100 Kil. des Salzes.	Nr. des Versuches.	Menge des Salzes.	Mehrertrag für 100 Kil. des Salzes.
Nr. 10.	92 Kil.	7815 Kil.	Nr. 37. C.	246 Kil.	598 Kil.
„ 18. A.	246 „	1036 „	„ 38.	352 „	1222 „
„ 18. C.	368 „	402 „	„ 40.	369 „	— 270 „
„ 19.	123 „	10700 „	„ 39.	308 „	— 318 „
„ 20. B.	220 „	— „	„ 41.	236 „	+ 700 „
„ 32. B.	369 „	2518 „	„ 43.	184 „	+4272 „
„ 37. A.	270 „	1296 „		Mittel	+2043 Kil.
„ 37. B.	369 „	— 1333 „			

11. Gips.

Nr. des Versuches.	Menge des Salzes, pr. Hectare.	Mehrertrag für 1000 Kil. des Salzes. Turnips.
Nr. 18. A.	492 Kil.	1217 Kil.
„ 18. B.	246 „	1308 „
„ 19.	307 „	1602 „
„ 32. A.	615 „	1299 „
„ 35. C.	1476 „	834 „
„ 37.	246 „	2200 „
		Mittel 1209 Kil.

Es war natürlich, daß die Landwirthe zu einer Zeit, als die Düngung mit auflöslichen Mineralsalzen vielfach empfohlen wurde, vorzugsweise und zunächst auf diejenigen Salze ihre Aufmerksamkeit richteten, welche einen verhältnißmäßig niedrigen Handelspreis besitzen, so daß man hoffen konnte, dieselben in hinreichend großer Menge herbeizuschaffen, um aus deren An-

ndung auch für den Ackerbau Gewinn zu ziehen. Vor etwa 15 Jahren
rden in England und Schottland unter vielfach abweichenden äußeren
rhältnissen zahlreiche Düngungsversuche ausgeführt zur Prüfung der
irkung des Kochsalzes und des Glaubersalzes für das Ge-
hen verschiedener Früchte. Einige dieser Versuche sind in ihren Resultaten
r mitgetheilt worden, sie geben ein klares Bild von der durchaus unbe-
mmten und unsicheren Wirkung der genannten Salze bei deren Anwendung
Großen zur Förderung der Vegetation. Weder bei der Kultur der Ge-
ideartén noch auf Grasländereien bemerkt man lohnende Mehrerträge unter
nwendung jener Salze, im Mittel sogar mehrfach einen negativen Einfluß;
Ganzen scheint das Kochsalz noch am meisten mit Aussicht auf Vortheil
i der Kultur von Gerste benutzt werden zu können, hier begünstigt die Ge-
nwart desselben vorzugsweise die Körnerbildung, während bei dem Hafer
d Weizen dagegen umgekehrt der Strohertrag vermehrt worden ist. Be-
erkenswerth ist der zuweilen überraschend große Ertrag an Turnipsrüben
ter dem Einfluß geringer Mengen von Glaubersalz, eine Erscheinung, die
deren Beobachtungen zufolge auch zuweilen nach der Anwendung von
ochsalz beobachtet wird und in der That zu weiteren Versuchen auffordert.
m Allgemeinen hat man in England, wenigstens bei dem Getreidebau, von
r Anwendung des Kochsalzes nicht den Erfolg gehabt, welchen man anfangs
erwarten schien, weshalb man auch gegenwärtig nur in seltenen Fällen
on dieser Düngungsmethode noch hört; wenn dieselbe aber in England
ine große Verbreitung gefunden hat, so möchte für Deutschland solches noch
eniger zu erwarten sein, indem bei uns der Handelspreis des Salzes ge-
öhnlich viel höher ist als in England. Für die allgemeinen Verhältnisse,
enen der Ackerbau unterworfen ist, möchte die Richtigkeit dieser Bemerkung
aum bezweifelt werden können; dagegen aber ist es ebenso unzweifelhaft, daß
nter besonderen Verhältnissen, in einzelnen Fällen die Anwendung des Koch-
alzes wie auch anderer alkalischer Verbindungen ökonomisch vortheilhaft und
uch praktisch ausführbar sein wird. Nur ist es überaus schwierig, diese be-
onderen Verhältnisse hinreichend genau zu bezeichnen, um im Voraus für die
Wirkung der alkalischen Salze eine genügende Garantie bieten zu können.
So viel scheint ausgemacht, daß auf einem leichten sandigen Lehmboden oder
uf einem durchlassenden Kalkboden die günstige Wirkung, wenn nur an auf-
öslicher Stickstoffnahrung und an phosphorsäurehaltigen Stoffen ebenfalls
kein Mangel vorhanden ist, weit häufiger eintritt, als auf einem zähen Thon-
boden, wo oft schon die Anwendung sehr geringer Salzmengen, namentlich
bei vorherrschend trockner Witterung, eine deutliche Verminderung der Ertrags-
fähigkeit bewirkt. Auf einem vollständig erschöpften Boden ist von der reinen

Mineraldüngung niemals ein Vortheil zu erwarten. Es ist wahrscheinlich, daß vorzugsweise die rübenartigen Pflanzen durch die Zufuhr von Natronsalzen in ihrem Wachsthum unterstützt werden, da diese Gewächse schon unter den gewöhnlichen Verhältnissen sehr geneigt erscheinen, eine bedeutende Menge von Natron in ihren Organismus aufzunehmen. Das einzig sichere Mittel, welches über die Zweckmäßigkeit einer alkalischen Düngung auf einem einzelnen Landgute entscheiden kann, ist der Weg des Versuches; wenn der Landwirth durch Versuche im Kleinen von der zuweilen in der That auffallend günstigen Wirkung einer gewissen Alkalidüngung sich überzeugt hätte, dann würde er gewiß auch nicht selten Mittel finden können, um die geeigneten Substanzen in hinreichender Menge herbeizuschaffen, und von deren Anwendung im Großen bedeutenden Vortheil ziehen. Bevor aber solche Versuche ausgeführt sind, ist es keinem Landwirth anzurathen, große Summen Geldes für den Ankauf von Stoffen hinzugeben, welche in sich keine Garantie gewähren für eine sichere und hinreichend hohe Wirkung zur Förderung der Vegetation überhaupt oder einzelner Früchte insbesondere. — Einige Düngungsversuche mit Gips zu Turnips sind hier noch nachträglich zusammengestellt worden; diesen Versuchen zufolge scheint der Gips für die genannte Pflanze im Allgemeinen eine günstige Wirkung zu äußern.

12. Mischungen verschiedener Stoffe.

In neuester Zeit hat man in England angefangen, die düngende Kraft verschiedener Mischungen von theils organischen theils mineralischen Substanzen durch direkte Versuche im Großen zu prüfen. Wenn aber hinsichtlich der einfachen Düngstoffe noch gar Manches zu erörtern übrig bleibt, so kann man nicht erwarten, daß schon jetzt über den praktischen Werth gewisser mehr oder weniger complicirter Düngmischungen ein bestimmtes Urtheil gefällt werden könnte. Ich will nur auf einige in dieser Hinsicht angestellte Versuchsreihen mit wenigen Worten hinweisen, ohne jedoch aus denselben allgemeine Folgerungen ziehen oder bestimmte Regeln ableiten zu können. Ueber die Mischung von Knochenmehl mit Schwefelsäure, des Chilisalpeters mit Kochsalz oder Glaubersalz ist schon das Nöthige erwähnt worden. Ein Zusatz von Kochsalz zu dem Rapskuchenmehl hat bei dem Anbau von Gerste (Nr. 4. B. und C.) auf gutem Kalkboden einen sehr günstigen Erfolg gezeigt, nicht weniger eine Mischung von Glaubersalz und Rapskuchenmehl bei Hafer (Nr. 13), und ganz besonders ein Gemenge von Rapskuchen mit verschiedenen phosphorsauren und alkalischen Verbindungen bei der Kultur des Weizens (Nr. 13. B.); ebenso wirkte eine ähnliche Mischung sehr fördernd für die Vegetation der Turnipsrüben (Nr. 35)

ungleich besser, als wenn die einzelnen Stoffe für sich in ähnlichen Men- verhältnissen zur Anwendung gebracht worden waren. Die Beimengung Kochsalz zum Rapskuchenmehl (etwa von $1/_6$ bis $1/_8$ vom Gewichte des ...eren) scheint unter allen Verhältnissen besondere Beachtung und Empfeh- g zu verdienen, indem auf diese Weise nicht allein die absolute Wirkung Rapskuchen meistens erhöht, sondern auch, was hier besonders in Anschlag bringen ist, die Sicherheit der Wirkung dieses Düngmittels sehr vermehrt ...d. Die Rapskuchen nämlich zersetzen sich unter günstigen Verhältnissen ...chmal so schnell, daß ein großer Theil der aus ihnen freiwerdenden Nah- ...gsstoffe für die Vegetation verloren geht, wo alsdann nicht selten die Er- ...rung eintritt, daß mit Rapsmehl gedüngte Wintersaaten, welche im ...bste ein überaus üppiges und kräftiges Ansehen hatten, im Frühlinge zu ...kein anfangen und wegen Mangel an Stickstoffnahrung verkümmern, ...n nicht von Neuem eine Ueberdüngung vorgenommen wird (vergl. Weizen, ... 4 C.). Die Gegenwart des Kochsalzes verhindert eine zu stürmische Zer- ...ung des Rapskuchenmehles, die Lösung und Freiwerdung der in demselben ...centrirten Pflanzennahrung hält nun Schritt mit der Entwicklung der ...lange selbst und sichert deren Gedeihen in allen Perioden ihrer Vegetation. ...e Beimischung des Kochsalzes erfolgt am zweckmäßigsten vor dem Aus- ...euen des Rapsmehles und gewiß wird die Wirkung noch mehr gesichert, ...nn man das Kochsalz in Wasser aufgelöst anwendet und das Unbequeme ...r dadurch etwa entstehenden zu großen Feuchtigkeit der Mischung durch Zu- ...z von guter Erde wieder aufhebt. Durch gewöhnliche Holzasche kann das ...chsalz in dieser Hinsicht nicht ersetzt werden, da durch dieselbe die Gährung ...r Masse nicht verlangsamt wird; auch Gips oder gipshaltige Torfasche ...rken in dieser Hinsicht nicht kräftig genug. Dagegen kann gleichfalls mit ...ortheil zu demselben Zwecke die Holzkohle, auch wohl die Knochen- ...hle und Torfkohle benutzt werden, welche Substanzen das sich bildende Ammoniak zurückhalten und das Düngmittel vor dem Auswaschen und der ...eilweisen Verflüchtigung schützen. Eine gleich günstige Wirkung äußert die ...olzkohle, wenn sie mit Guano oder anderen ammoniakalischen Düng- ...itteln gemischt zur Anwendung kommt, während für die Salpetersalze eine ...artige Behandlung nicht nöthig erscheint.

Die Mischung von reinen concentrirten stickstoffhaltigen Düngstoffen, ...ie von salpetersauren und Ammoniaksalzen, von Guano und Salpeter ꝛc. ...heint keinen besonderen Vortheil zu gewähren, sie vertreten sich allerdings ...gegenseitig innerhalb gewisser Grenzen, ohne jedoch die Wirkung zu erhöhen, ...elche sie zeigen, wenn sie einzeln in entsprechenden Mengen angewendet wer- ...en (vergl. Weizen Nr. 7). Diese Behauptung gilt jedoch nur von den

großentheils auflöslichen concentrirten Düngstoffen, welche, wie der Gu[illegible] die Ammoniak- und salpetersauren Salze die Pflanzennahrung gleich schon fertig gebildet enthalten; wo dieses nicht der Fall ist, wie bei dem Knochenmehl, da kann der Zusatz von einer sehr leicht in Fäulniß übergehenden Substanz, wie von Rapskuchenpulver, oft sehr vortheilhaft sein, indem hierdurch das erstere Düngmittel ebenfalls zu einer rascheren Zersetzung und Auflösung bestimmt wird.

Von den Bestandtheilen der käuflichen Düngmittel kommt außer dem chemisch gebundenen Stickstoff vorzugsweise die Phosphorsäure als wichtig für den Ackerbau in Betracht. Es ist rathsam, dafür Sorge zu tragen, daß mit der Stickstoffnahrung gleichzeitig eine entsprechende Menge an Phosphorsäure der Pflanze zugeführt werde; in dem Guano sind beide Bestandtheile in genügender Menge und in passender Form bereits zugegen und bei diesem Düngmittel scheint eine besondere Beimischung des einen oder andern Stoffes überflüssig zu sein, dieses ist aber keineswegs der Fall bei dem Rapskuchenmehl, und wenn man den erschöpften Boden viele Jahre hinter einander ausschließlich mit salpetersauren oder mit Ammoniaksalzen düngen wollte, so würde sehr bald die Wirkung dieser Düngungsart eine geringere werden, die Vegetation würde zuletzt sich fast ausschließlich auf Blatt- und Halmbildung beschränken, die Entwicklung der Körner aber sehr zurücktreten. Es giebt allerdings Bodenarten, welche an sich sehr reich an Phosphorsäure sind und viele Jahre lang gute Ernten geben, wenn nur das Ammoniak in passender Form und Menge jedes Jahr auf's Neue zugeführt wird, aber diese Fälle sind als Ausnahmen zu betrachten und es ist selbst hier die Frage, ob nicht die Ernten noch besser ausfallen würden, wenn gleichzeitig auch phosphorsaure Verbindungen dem Boden zurückgegeben würden. Wenn der Landwirth nicht die Sicherheit seiner Ernten gefährden will, dann vertraue er nicht zu sehr darauf, daß die anderswo einzeln beobachteten Erscheinungen auch für seine Bodenverhältnisse maßgebend seien; es ist aber stets die Sicherheit der Erträge gefährdet, wenn nicht die Pflanzen wie den Stickstoff so auch die Phosphorsäure dem dargebotenen Dünger entziehen können. Die Rapskuchen werden gewiß eine bessere Wirkung äußern, wenn denselben etwa 1/4 ihres Gewichtes an möglichst feinem Knochenmehl zugesetzt wird; ganz besonders verdient zu diesem Zwecke das sogenannte Kalksuperphosphat der Engländer verwendet zu werden, also das Knochenmehl oder die Knochenasche, nachdem durch Behandlung mit Säure eine Lösung der Phosphorsäure stattgefunden hat. Ebenso wird eine gleichzeitige Anwendung des Knochenmehles bei der Düngung mit Chilisalpeter ökonomisch richtig und vortheilhaft sein; und wenn die Wiesen und Weiden häufig mit Jauche behandelt worden sind, so möchte auch hier in den

meisten Fällen eine Düngung mit präparirten Knochen oder mit auflöslicher Phosphorsäure eine sehr günstige Wirkung äußern.

In England sind häufig von Seiten der landwirthschaftlichen Theoretiker allerlei Rezepte in Vorschlag gebracht worden für die Bereitung und Mischung eines Düngers, welcher bei der Kultur gewisser Pflanzen einen besonders günstigen Erfolg äußern soll. Im Allgemeinen ist man bei der Aufstellung solcher Rezepte von dem gewiß richtigen Grundsatze ausgegangen, daß es wünschenswerth sei, den Pflanzen außer dem Stickstoff und der Phosphorsäure auch die übrigen zu ihrem Gedeihen erforderlichen mineralischen Nahrungsstoffe zuzuführen oder von den letzteren doch diejenigen, deren Vorhandensein im Boden in genügender Quantität man nicht überall mit Sicherheit erwarten kann, so namentlich Natron-, Kali- und selbst Magnesia-Verbindungen. Die Versuche, welche man zur Prüfung von dergleichen Mischungen im Großen ausgeführt hat, zeigen zuweilen einen günstigen Erfolg der betreffenden Düngungsart (vergl. Weizen, Nr. 12 C.), noch häufiger haben die beigemischten Alkalisalze sich ganz indifferent verhalten oder die Wirkung war nicht höher, als wenn die stickstoff- und phosphorsäurehaltigen Mittel für sich allein angewandt wurden (vergl. Weizen, Nr. 11 B.), zuweilen endlich ergab sich sogar unter ihrem Einfluß eine Verminderung des Ernteertrages (vergl. Turnips Nr. 43. C. 2c.), überall aber zeigte sich, daß eine derartige Düngungsweise, wenn auch theoretisch richtig, doch praktisch im Großen unausführbar sei, weil durchaus keine sichere Garantie gegeben sei für eine genügende Wirkung der in ihrer Herbeischaffung viel zu kostspieligen Salze. Die zum Gedeihen einer Pflanze nothwendigen Nahrungsstoffe haben für die Praxis des Ackerbaues eine durchaus verschiedene Bedeutung; der Landwirth kann bei dem Ankauf von concentrirten Düngstoffen seine Sorge darauf beschränken, daß vor allen Dingen Stickstoff und nächstdem auflösliche Phosphorsäure den Pflanzen zugeführt werde; die Alkalien werden bei weitem in den meisten Fällen durch den im Boden stattfindenden Verwitterungsprozeß und durch den Stalldünger in völlig genügender Menge herbeigeschafft und nur in einzelnen Fällen wird er, nach vorausgegangenen Versuchen, gewisse Verbindungen von Alkalien oder Erden in größerer Menge den Pflanzen darbieten, nicht aber in complicirten kostbaren Mischungen mit dem Wesentlichen auch das Ueberflüssige in den Boden hineinbringen.

Die Resultate sämmtlicher hier in Erörterung gezogener Versuche über die mittlere Wirkung käuflicher Düngmittel für die Vegetation verschiedener Pflanzen übersieht man in der folgenden Tabelle, in welcher jedoch nur die Zahlen aufgeführt sind, welche aus

einer größeren Menge von direkten Versuchen sich ergeben haben. Es ist nämlich producirt:

100 Kil. des Düngmittels.	Getreide. Körner.	Stroh.	Heu.	Kartoffeln.	[illegible]
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	
1. Guano	232	407	441	1769	[illegible]
2. Rapskuchen	96	154	—	—	
3. Knochenmehl	—	—	—	—	
4. Ditto und Schwefelsäure	204	348	—	—	
5. Gebrannte Knochen	—	—	—	—	
6. Ditto und Schwefelsäure	—	—	—	—	
7. Chilisalpeter	301	356	843	2998	
8. Kalisalpeter	243	789	787	—	
9. Gaswasser	38	91	—	—	—
10. Schwefelsaures Ammoniak	444	470	—	3252	[illegible]
11. Ruß	—	—	126	284	—
12. Kochsalz	5	+ 55	— 9	—	—
13. Glaubersalz	—	—	+ 42	—	[illegible]
14. Gips	—	—	—	—	[illegible]

Wenn die Mehrerträge auf ihren mittleren Geldwerth*) berechnet werden, so ergeben sich die folgenden Verhältnisse:

100 Kil. des Düngmittels	kosten:	haben sich verwerthet mit: Getreide.	Heu.	Kartoffeln.	[illegible]
	Thlr.	Thlr.	Thlr.	Thlr.	Thlr.
1. Guano	8,5	11,2	5,9	17,4	10,3
2. Rapskuchen	2,3	3,5	—	—	3,3
3. Knochenmehl	4,5	—	—	—	3,0
4. Ditto und Schwefelsäure	6	10,0	—	—	16,5
5. Gebrannte Knochen	4	—	—	—	4,3
6. Ditto und Schwefelsäure	6	—	—	—	13,6
7. Chilisalpeter	12	13,7	11,2	30,0	6,0
8. Kalisalpeter (roher)	18	14,2	10,5	—	5,3
9. Ruß	1	—	2,6	2,5	—
10. Gaswasser	?	2,0	—	—	—
11. Schwefels. Ammoniak	16	19,4	—	32,5	10,0

Es sind bereits in der Einleitung zu den hier angestellten Betrachtungen die Ursachen angegeben worden, weshalb die mittleren Versuchsresultate verhältnißmäßig so niedrig ausfallen mußten; wären die Versuche unter anderen Verhältnissen ausgeführt worden, so wäre auch die Verwerthung bei allen

*) Als Geldwerth für die Getreidekörner ist der des Roggens angenommen worden, 1 Kil. = 11 Decimalpfennige, also ungefähr das Mittel von dem Werthe der Sommerhalmfrüchte und des Weizens; 1 Kil. Stroh ist zu 2 Pf., Heu = 4 Pf. und Kartoffeln = 3 Pf. und 1 Centner Turnipsrüben zu 3 Sgr., also 100 Kil. = 6 Sgr. berechnet worden.

Düngmitteln eine höhere gewesen. Indessen mögen die gefundenen Werthe wenigstens unter sich in einem relativ richtigen Verhältnisse zu einander stehen; nur hinsichtlich des mit Schwefelsäure aufgeschlossenen Knochenmehles ist zu bemerken, daß der für den Mehrertrag an Getreide berechnete Geldwerth wahrscheinlich etwas zu hoch ist, da die Versuche fast ausschließlich bei der Kultur des Hafers angestellt wurden, die Mehrerträge aber unter dem Einfluß der Düngmittel bei dieser Getreideart gewöhnlich höher ausfallen, als es bei dem Anbau von Gerste und Weizen der Fall ist. Der Guano hätte sich ohne Zweifel auch auf den künstlichen Grasländereien vollständig verwerthet, wenn dessen Nachwirkung in dem folgenden Jahre mit in Anschlag gebracht worden wäre.

Am Schluß dieses Kapitels will ich nochmals die sämmtlichen aus den hier mitgetheilten Versuchen sich ergebenden Folgerungen zusammenstellen, insofern dieselben zur Lösung der schon früher (S. 107) aufgeworfenen praktisch wichtigen Fragen Beiträge liefern.

1. Welche Bestandtheile der im Handel vorkommenden Düngmittel haben vorzugsweise hohen ökonomischen Werth? Ich habe bereits mehrfach meine Ansicht ausgesprochen und erörtert, daß der Stickstoff und die Phosphorsäure bei käuflichen Düngstoffen die allein in Betracht zu ziehenden Bestandtheile sind; ich spreche den Alkalien und Erden keineswegs allen ökonomischen Werth ab, aber dieser ist nur in einzelnen Fällen bedeutend, für die gewöhnlichen, allgemeinen Verhältnisse des Ackerbaues, welche wir hier ausschließlich im Auge haben, ist die Wirkung dieser Stoffe viel zu unsicher, als daß der Landwirth auf deren Gegenwart in einem concentrirten Düngmittel ein großes Gewicht legen könnte; nur in einem für die Düngung der natürlichen Wiesen und vielleicht auch der künstlichen Grasländereien und Kleefelder bestimmten Mittel kann der Gehalt an Alkalien eine solche Bedeutung gewinnen, daß man dafür einen bestimmten Geldwerth in Anrechnung bringen könnte, welcher jedoch auch in diesem Falle niedriger zu setzen wäre, als für den chemisch gebundenen Stickstoff und für die Phosphorsäure. Bei der Kultur von Körner- und von Hackfrüchten sind die in dem angekauften Düngmittel etwa vorhandenen Alkalien und Erden als eine brauchbare Zugabe zu betrachten, nicht aber bei der Feststellung des Düngwerthes besonders in Anschlag zu bringen. Im Boden vorhandene Stickstoffnahrung erfordern alle Pflanzen ohne Ausnahme, wenn sie die relativ üppigste und vollkommenste Ausbildung erlangen sollen; die Quantität aber, die hierzu nöthig erscheint, ist bei den verschiedenen Pflanzengattungen sehr verschieden. Die Getreidearten und überhaupt alle Körnerfrüchte gedeihen

überaus kümmerlich, wenn sie nicht reichliche Stickstoffnahrung dem Boden entziehen können, Grasländereien und Kartoffeln zeigen sich sehr dankbar gegen eine direkte Zufuhr von Stickstoff, die Turnipspflanze scheint nur geringe Mengen von auflöslicher Stickstoffnahrung im Boden zu verlangen, gänzlich darf dieselbe aber auch bei deren Kultur nicht fehlen. Dagegen hat in den Turnips die auflösliche Phosphorsäure einen vorzugsweise hohen Düngerwerth; die mit Schwefelsäure behandelten Knochen wirken bei dem Anbau dieser Pflanze so sicher, daß die durch dieses Düngmittel bewirkten Mehrerträge stets reichlich, nicht selten bis zum Zehnfachen die ausgelegten Kosten wieder ersetzen. Die alleinige Anwendung des Knochenmehles, ohne daß dieses vorher durch Säure zu einer rascheren Thätigkeit bestimmt wäre, scheint keinen besonders lohnenden Erfolg zu versprechen. Die Zufuhr von auflöslicher Phosphorsäure ist günstig für das üppige Gedeihen aller Pflanzen, wenn auch die Wirkung nicht immer so deutlich hervortritt, wie bei dem Turnips und wahrscheinlich auch bei anderen Rübenarten.

2. **Wie viel Stickstoff geht im Mittel aus dem Düngmittel durch Verflüchtigung oder Auswaschen oder in Folge zu fester Bindung im Boden für die Vegetation verloren?** Für die Lösung dieser Frage sind die hier in ihren Resultaten mitgetheilten Versuche noch keineswegs ausreichend; es hätten die Versuche unter weit mehr wechselnden Verhältnissen angestellt werden müssen, um in dieser Hinsicht zu sicheren Mittelzahlen zu führen. Es ist ferner einleuchtend, daß diese Zahlen bei dem Anbau verschiedener Pflanzen ganz abweichend ausfallen müssen, weil die Gewächse sehr verschieden sich verhalten hinsichtlich der Aufnahme der Stickstoffnahrung aus dem Boden und aus der umgebenden Atmosphäre; es können jene Mittelzahlen stets nur in Bezug auf eine bestimmte Pflanze berechnet werden. Am wenigsten geeignet für eine solche Berechnung scheint die Turnipspflanze zu sein, weil diese nur eine verhältnißmäßig geringe Menge Stickstoff dem Boden entzieht. In den obigen Versuchen sind die Düngmittel fast sämmtlich nur als Beidünger benutzt worden und zwar bei Gegenwart von oft schon sehr bedeutender Düngkraft des Bodens; die Wirkung ist deshalb im Ganzen nur eine geringe und namentlich nicht für die Verhältnisse maßgebend, unter welchen die Düngmittel gewöhnlich in Deutschland zur Anwendung gelangten. Dennoch möchten die sich ergebenden Mittelzahlen unter sich wenigstens einige interessante Vergleichungspunkte darbieten.

100 Kil. des Düngmittels enthalten an Stickstoff:		Die Mehrerträge*) enthalten an Stickstoff:		
		Getreide.	Heu.	Kartoffeln.
Guano	12,5 Kil.	6,27 Kil.	8,82 Kil.	5,31 Kil.
Rapskuchen	4,5 „	2,54 „	— „	— „
Knochenmehl, mit Schwefelsäure behandelt	5,0 „	5,47 „	— „	— „
Chilisalpeter	16,9 „	7,44 „	16,86 „	9,00 „
Kalisalpeter	14,0 „	8,01 „	15,74 „	— „
Schwefelsaures Ammoniak . .	21,2 „	10,01 „	— „	9,76 „

Man sieht, daß der Stickstoffgehalt der Düngmittel, wenn diese bei der Kultur von Getreide angewandt wurden, wirklich in einem überraschend einfachen Verhältnisse steht zu der Menge, welche in den bewirkten Mehrerträgen zugegen war; die letztere beträgt fast genau die Hälfte von dem überhaupt direkt zugeführten Stickstoff. Dieses Verhältniß zeigt sich aber nur bei denjenigen Düngmitteln, in welchen der Stickstoff in einem ähnlichen, leicht auflöslichen Zustande sich befindet, wie in dem Guano, den salpetersauren und Ammoniaksalzen und auch bei den Rapskuchen, welche bekanntlich zu einer sehr raschen Fäulniß und Verwesung geneigt sind. Bei dem Knochenmehl zeigt sich ein ganz anderes Verhalten, man bemerkt, daß selbst nach der Behandlung mit Schwefelsäure eine weit geringere Menge Stickstoff für die Vegetation verloren gegangen ist, als bei den übrigen Düngstoffen. Für die Kartoffeln ergeben sich ähnliche Zahlen wie für die Getreidearten, wenn auch nicht so gleichmäßig; im Allgemeinen läßt sich annehmen, daß in dem Mehrertrage an Kartoffeln der Stickstoffgehalt zu dem des Düngers in einem günstigeren Verhältnisse steht als in dem Mehrertrage an Getreide, indem bei der ersteren Pflanze die nicht unbedeutende Menge von Stickstoff, welche in dem Kraute fixirt ist, hier gar nicht in Rechnung gezogen wurde. Noch mehr aber zeigt sich dieses günstigere Verhältniß bei dem Grünfutter, bei der Produktion von Kleegras. Die salpetersauren Salze haben auf den künstlichen Grasländereien absolut und relativ entschieden eine günstigere Wirkung gezeigt als der Guano. Es ist selbstverständlich, daß die in den Mehrerträgen enthaltene Stickstoffmenge nicht ausschließlich und direkt aus dem zugeführten Düngmittel stammt, sondern daß die Pflanze, indem dieselbe zunächst durch das Düngmittel zu einem schnelleren und üppigeren Wachsthum angeregt wurde, nun auch die Fähigkeit erhielt, aus der umgebenden Luft oder selbst aus der früher schon vorhandenen Bodenkraft eine verhältnißmäßig größere Menge Stickstoff in der Form von Ammoniak aufzunehmen und in sich zu verarbeiten; könnte das letztere quantitativ genau bestimmt werden, dann würde für

*) Es ist bei dieser Berechnung im Mittel angenommen worden, daß die Getreidekörner 2 Prc., das Stroh 0,4, das Heu von Kleegras 2 und die frischen Kartoffeln 0,3 Prc. Stickstoff enthalten.

die Menge des direkt aus dem Dünger in die Pflanze übergegangenen Stick-stoffes eine noch bedeutend niedrigere Zahl sich ergeben, als hier berechnet worden ist. Jedenfalls aber sieht man, daß wenigstens unter den hier obwaltenden Verhältnissen ein sehr bedeutender Theil des in dem Düngmittel zugeführten Stickstoffes für die Vegetation verloren gegangen ist. Die absoluten Verhältnisse der Stickstoffmengen in dem Dünger und in den Mehrerträgen sind ganz anders und weit mehr zu Gunsten der letzteren, wenn die Versuche unter solchen Verhältnissen ausgeführt werden, wie sie bei den von sächsischen Landwirthen angestellten Versuchen die vorherrschenden waren. Hier wurde nämlich auch die Nachwirkung der betreffenden Düngmittel beobachtet und dieselben außerdem meist als ganze Düngung auf einem bereits mehr erschöpften oder doch unter mittlere Kraft befindlichen Boden angewandt. Unter solchen Verhältnissen zeigt sich natürlich eine weit auffallendere Wirkung und die Stickstoffverhältnisse sind dann die folgenden:

	Stickstoffgehalt in 100 Kil. des Düngmittels.	Mehrerträge an Getreide, durch 100 Kil. des Düngmittels.		Stickstoffgehalt im Mehrertrag.
		Körner.	Stroh.	
Guano . .	12,5 Kil.	400 Kil.	800 Kil.	11,2 Kil.
Knochenmehl .	5,0 "	200 "	400 "	5,6 "
Rapskuchen .	4,5 "	114 "	228 "	3,2 "

Die relativen Verhältnisse sind auch hier wiederum dieselben, unter dem Einfluß des Knochenmehles ist verhältnißmäßig die größte Menge an Stickstoff in die vegetabilische Substanz übergegangen, bei Anwendung von Rapskuchen die geringste Quantität, während der Guano das Mittel hält zwischen den beiden andern Düngmitteln.

Die Aequivalente der genannten Düngstoffe lassen sich quantitativ ziemlich genau in Stalldünger ausdrücken; nimmt man in dem letzteren im Mittel 0,4 Prc. Stickstoff an, so erhält man die folgenden Stickstoffmengen, welche für die Vegetation im Allgemeinen eine gleiche Wirkung äußern:

Düngmittel.	Stickstoff in 100 Kil.	Aequivalente an Stalldünger.	Stickstoff in dem Stalldünger.
Guano	12,5 Kil.	6500 Kil.	26,0 Kil.
Knochenmehl	5,0 "	3250 "	13,0 "
Rapskuchen	4,5 "	1850 "	7,4 "

Wenn die hier der Berechnung zu Grunde gelegten Aequivalentzahlen annähernd richtig sind, so folgt, daß ebenfalls aus dem Stall- oder Hofdünger, auch unter den allergünstigsten äußeren Verhältnissen, ein bedeutender Theil, ja wohl die größere Hälfte für die Vegetation verloren geht. 5 Kil. Stickstoff, welche im Knochenmehl dem Boden zugeführt werden, äußern dieselbe Wirkung für die Vegetation wie 13 Kil. in dem Stalldünger; wenn

man auch annimmt, daß jene 5 Kil. vollständig im Organismus verarbeitet und fixirt werden, so würden dennoch 8 Kil., also $^{8}/_{8}$ des im Stalldünger enthaltenen Stickstoffes der Vegetation nicht zu gute kommen.

3. Wie schnell wirkt das Düngmittel und für welche Pflanzen ist es anzuwenden? Das Knochenmehl würde vor allen anderen Düngmitteln ganz entschieden den Vorzug verdienen, wenn man den Düngwerth der letzteren, im Verhältniß zu ihrem gegenwärtigen Handelspreise, allein nach der absoluten Wirkung zur Förderung der Vegetation bestimmen und nicht die Zeit mit in Rechnung ziehen wollte, welche erforderlich ist, um die ganze vorhandene Düngkraft zur Thätigkeit gelangen zu lassen. Es ist begreiflicherweise weit vortheilhafter, wenn von einem Düngmittel gleich im ersten Jahre seiner Anwendung 60 bis 65 Prc. der in ihm enthaltenen Düngkraft für die Vegetation wirksam werden, als wenn nur 25 bis 30 Prc. ihre Thätigkeit äußern; der Landwirth bezahlt gerne für ein schnell wirkendes Düngmittel einen verhältnißmäßig höheren Preis als für ein langsam wirkendes; das erstere gestattet alle Jahre die relativ höchsten Erträge von dem Boden zu gewinnen, während das letztere oft nur mittlere Ernten gewährt. Die Frage, wie schnell ein Düngmittel in aufnehmbare Pflanzennahrung übergeführt wird, hat eine vorzugsweise hohe Bedeutung für die Anwendung desselben bei der Kultur einer bestimmten Pflanze. Das beste und vortheilhafteste Düngmittel ist überall dasjenige, welches genau in demselben Verhältniß seine Thätigkeit entwickelt, in welchem die Pflanze in ihrer Vegetation fortschreitet, so daß diese zu allen Zeiten, von dem Keime bis zur Reife die zu ihrer vollkommenen Ausbildung erforderliche Nahrung in dem Boden vorfindet. Das Knochenmehl äußert eine nur sehr geringe Wirkung, wenn es zur Düngung von Sommerhalmfrüchten angewandt wird, und noch ungünstiger würde sich der Erfolg herausstellen, wenn man mit diesem Düngstoffe das Wachsthum der Sommerölfrüchte unterstützen wollte; für solche schnell wachsende Pflanzen sind auch schnell wirkende Düngmittel erforderlich, wie Guano und Rapsmehl; das Rapsmehl scheint fast noch schneller sich vollständig zu zersetzen, als der Guano, weshalb die Wirkung auch nicht selten fehlschlägt, wenn es im Spätsommer oder im Herbste für Winterfrüchte verwendet wird, es geht dann manchmal so schnell in Fäulniß und Verwesung über, daß nicht hinreichend Kraft und Nahrung im Boden mehr zurückgeblieben ist, wenn im nächsten Frühling die Vegetation aufs Neue erwacht. Es ist deshalb zweckmäßig, die Zersetzung der Rapskuchen möglichst zu verlangsamen durch die Mittel, welche ich oben in Vorschlag gebracht habe. Man sollte die größte Sorgfalt darauf verwenden, die Düngmittel so zu bereiten, daß deren Stickstoffgehalt möglichst gleichmäßig

oder in solcher Weise der bestimmten Pflanze zugeführt werde, wie es die physiologische Beschaffenheit derselben in den verschiedenen Perioden der Vegetation erfordert; ich sehe in diesem Bestreben einen ungleich größeren Werth für die Praxis des Ackerbaues, als in der Aufstellung von Düngerrezepten, in denen die Qualität und Quantität fast aller Elementarstoffe, welche in der reifen Pflanze enthalten sind, Berücksichtigung gefunden haben. In dem hier ausgesprochenen Sinne glaube ich, daß die Bereitung von künstlichen Düngmischungen für einzelne Pflanzen auch praktische Bedeutung gewinnen kann; natürlich müßte dann auch die Phosphorsäure, als für die Vegetation überhaupt, und für einzelne Pflanzen insbesondere von hohem ökonomischem Werthe, als wesentlicher Bestandtheil in derartige Düngerpräparate mit aufgenommen werden.

4. **Welche Bodenart, Witterung und klimatische Verhältnisse unterstützt die Wirkung des Düngmittels?** Die Güte des Bodens wird hauptsächlich bestimmt nach dem Grade, in welchem der aufgebrachte Dünger zur Thätigkeit gelangt, ohne daß eine zu große Menge der vorzugsweise werthvollen Bestandtheile verloren geht oder die vorhandene Pflanzennahrung zu langsam in den auflöslichen Zustand übergeführt wird; die fruchtbarsten Bodenarten sind diejenigen, welche bei verhältnißmäßig geringer Düngermenge dennoch die höchsten Erträge geben. Es ist nicht sowohl die Menge der schon im Boden vorhandenen Pflanzennahrungsstoffe, welche bei der Beurtheilung seiner Fruchtbarkeit das Maßgebende ist, sondern weit mehr die physikalische Beschaffenheit oder damit in innigsten Zusammenhange stehend, das Verhalten gegen die zugeführten stickstoffhaltigen Düngstoffe. Der fruchtbare Boden darf unter einem dem Ackerbau günstigen Klima weder zu verschlossen noch zu locker, weder träge noch hitzig, weder naß noch trocken sein; ein Boden von mittlerer physikalischer Beschaffenheit unterstützt die Wirkung aller Düngmittel am meisten, und in auch diejenigen der käuflichen Düngstoffe; die Extreme nach allen Seiten hin gestatten, wie überhaupt keine intensive Wirthschaft, so auch nicht die Anwendung von concentrirten Düngstoffen. Die letzteren zeigen jedoch hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit auf verschiedenen Bodenarten ein abweichendes Verhalten, einige finden in weiteren Kreisen, unter mannichfaltigeren Verhältnissen Anerkennung als andere, die **Sicherheit der Wirkung** ist nicht bei allen Düngstoffen dieselbe. Der Guano ist jedenfalls das sicherste aller käuflichen Düngmittel in seiner Wirkung, er wird mit Vortheil bei der Kultur aller Früchte angewendet, der Winter- wie der Sommerfrüchte, gleich bei der Saat wie als Ueberdüngung, unter vielfach verschiedenen Boden- und klimatischen Verhältnissen. Das Knochenmehl steht dem Guano in dieser Hinsicht sch

nach, in kalten und verschlossenen Bodenarten wirkt es meist zu langsam, als daß es noch mit Vortheil angewendet werden könnte; freilich läßt sich durch Behandlung mit Schwefelsäure oder durch eine vor dem Ausstreuen eingeleitete Fäulniß der Wirkungskreis des Knochenmehles sehr erweitern, aber dennoch keineswegs in dem Grade, daß die Sicherheit der Wirkung ganz so garantirt wäre, wie bei der Anwendung von Guano. Auf sehr trocknem Sand- und Kalkboden zeigt das Knochenmehl gleichfalls oft keine lohnende Wirkung, während auch hier der Guano sich noch verwerthen kann, namentlich wenn man die Verflüchtigung desselben durch Beimischung von Holzkohle oder anderen Mitteln möglichst zu hindern sucht. Nur bei dem Turnipsbau scheint das mit Schwefelsäure behandelte Knochenmehl unter allen Bodenverhältnissen eine völlig sichere Wirkung zu äußern. Die Rapskuchen, obgleich wie der Guano schnell wirkend, stehen doch dem letzteren in der Sicherheit der Wirkung nach; sie sind mit größerem Vortheil als Düngmittel für schwere, bindige Bodenarten zu benutzen als für leichtere und thätigere Bodenarten. Aber auch bei den Rapskuchen wird durch eine geeignete Behandlung die Sicherheit der Wirkung bedeutend erhöht werden können. Ganz so wie hinsichtlich der Bodenverhältnisse verhalten sich die käuflichen Düngmittel hinsichtlich der abweichenden klimatischen und Witterungsverhältnisse, welche in ihrer Gunst oder Ungunst die Thätigkeit des Bodens unterstützen oder derselben hindernd entgegentreten.

5. Zu welcher Jahreszeit ist das Düngmittel auszustreuen? Ist es zur Zeit der Saat oder als Ueberdüngung anzuwenden? Als Ueberdüngung können nur solche concentrirte Düngstoffe mit Vortheil benutzt werden, welche schon fertig gebildete Pflanzennahrung enthalten oder doch solche Bestandtheile, welche in Wasser auflöslich sind und also sofort in den Boden eindringen können, z. B. die salpetersauren und Ammoniaksalze und der Guano; dagegen muß das Knochenmehl, selbst wenn es mit Schwefelsäure behandelt worden ist, stets mit der Saat oder eben vor derselben in den Boden gebracht werden, es muß mit den Wurzeln der jungen Pflanzen in der innigsten Berührung sich befinden und wird deshalb zu Turnips in England meist mit dem Samen zusammen mittelst Drillmaschinen über die zu düngende Fläche vertheilt. Dieselbe Regel muß bei der Anwendung der Rapskuchen befolgt werden; sie zersetzen sich freilich sehr schnell und sind deswegen auch nicht mit Drillmaschinen, sondern breitwürfig auszustreuen, weil sie sonst auf die jungen Pflanzen beizend einwirken und in größerer Quantität angewandt, deren Absterben herbeiführen würden; wenn aber das Rapskuchenmehl auf der Oberfläche des Bodens liegen bliebe, so würde dadurch bei trockner Witterung dessen Zersetzung gehindert sein und die in ihnen concentrirte Nahrung den Pflanzen nicht schnell genug zugeführt

werden und außerdem leicht ein beträchtlicher Theil des nach und nach ge-
bildeten Ammoniaks durch Verflüchtigung verloren gehen. Der Guano wird
sowohl zur Zeit der Saat wie auch vielfach als Ueberdüngung bei Winter-
und Sommerfrüchten angewandt; er muß stets breitwürfig ausgestreut werden
und nur bei Hackfrüchten, namentlich den Kartoffeln kann er als Kopf-
düngung dienen, wenn man dafür Sorge trägt, daß nicht eine zu große
Menge des Düngers mit der Samenknolle in Berührung kommt. In gleicher
Weise wie der Guano wird in England auch der Chilisalpeter und das
schwefelsaure Ammoniak meistens als Kräftigungsmittel junger Saaten be-
nutzt. In Deutschland pflegt man die concentrirten Düngstoffe gewöhnlich
zur Zeit der Saat oder eben vor derselben auszustreuen, und es fragt sich, ob
diese Methode zweckmäßiger ist, oder jene der Ueberdüngung im Frühjahr.
Es können hier nur zwei käufliche Düngmittel in Betracht kommen, nämlich
der Guano und der Chilisalpeter. Beide Düngstoffe enthalten eine große
Menge leicht auflöslicher Pflanzennahrung und es wird deshalb bei unmäßi-
tiger Anwendung leicht ein beträchtlicher Theil derselben für die Vegetation
verloren gehen. Die richtigste und vortheilhafteste Methode der Anwendung
wird offenbar diejenige sein, durch welche den Pflanzen die Nahrungsstoffe
zugeführt werden, je nachdem die letzteren in den verschiedenen Perioden der
Vegetation erforderlich sind. In England werden die hier in Rede stehenden
Düngmittel fast ausschließlich als Hülfsdünger angewandt auf einem an sich
schon in guter Kraft befindlichen Acker; in diesem Falle werden diese Stoffe
zur Kräftigung der Wintersaaten am vortheilhaftesten im Frühjahr ausge-
streut, wenn die Vegetation soeben wieder erwacht ist; die Pflanzen absorbiren
dann besonders begierig die ihnen in passender Form dargebotene Nahrung;
der Weizen bestockt sich außerordentlich stark und das schnelle Wachsthum
hindert fast jeglichen Verlust aus dem zugeführten Düngmittel. Wenn jedoch
die Winterfrüchte auf einem fast völlig erschöpften Boden angebaut und deren
Wachsthum durch concentrirte auflösliche Düngstoffe unterstützt werden soll,
dann müssen die letzteren auch schon im Herbste zur Zeit der Saat angewandt
werden, damit die jungen Pflanzen gleich anfangs einen gesunden, kräftigen
und dichten Stand annehmen und dadurch die Fähigkeit erhalten, den Ein-
flüssen des Winters zu widerstehen; insbesondere scheint das Ausstreuen im
Herbste bei der Kultur von Roggen auf einem erschöpften Boden nothwendig
zu sein, da diese Pflanze sich bekanntlich schon im Herbste bestockt und des-
wegen auch zu dieser Jahreszeit verhältnißmäßig mehr Nahrung dem Boden
entziehen muß, als der Weizen. In vielen Fällen wird man gewiß am besten
fahren, wenn man den anzuwendenden Dünger zu verschiedenen Zeiten
ausstreut, etwa zur Hälfte im Herbste mit der Saat und zur anderen Hälfte

im Frühjahr, sobald die Vegetation aufs Neue erwacht ist; auch wenn die ganze Menge des Düngmittels allein im Frühjahr aufgebracht wird, so hat man es in England ebenfalls sehr vortheilhaft gefunden, einen Theil früher und den anderen um einige Wochen später mit den Pflanzen in Berührung zu bringen und namentlich dann, wenn größere Quantitäten des Düngmittels, für die Fläche eines Hectare 200 bis 300 Kilgr. und darüber, angewandt werden sollen. Die Ueberdüngung des Winterweizens erfolgt dann das erste Mal Mitte April, das zweite Mal um drei Wochen später, Anfang Mai; stets aber ist darauf zu achten, daß die Witterung günstig ist, d. h. daß ein sanfter Regen der Ueberdüngung vorausgeht oder derselben folgt; bei gänzlicher Trockenheit der Luft und des Bodens kann auch das kräftigste Düngmittel nicht wirken und wenn auch später wiederum günstige Witterung eintritt, so ist dann oft schon ein großer Theil des Düngmittels verloren gegangen oder die Pflanze ist aus der Periode herausgetreten, wo sie unter dem Einfluß reichlicher Nahrung eine Menge Seitenschösse zu treiben pflegt. Daß während des Winters eine oft beträchtliche Menge auflöslicher Pflanzennahrung durch Auswaschen dem Boden entzogen werden kann, scheint auch daraus sich zu ergeben, daß man von einer Ueberdüngung, welche man vor dem Wiedererwachen der Vegetation, schon zu Anfang des Februar vornahm, lange nicht den günstigen Erfolg hatte, als wenn dieselbe zu der gewöhnlich üblichen Zeit, nämlich Ende April oder Anfang Mai stattfand. Je weniger die Bestandtheile des Düngmittels in einem leicht löslichen Zustande sich befinden, desto früher kann es auch ohne Gefahr über den Acker ausgestreut werden; den Guano kann man z. B. schon zeitiger im Frühjahr anwenden, als die reinen salpetersauren und Ammoniaksalze, welche in größerer Quantität und zu einer Zeit angewandt, wo in den Pflanzen die Lebensthätigkeit noch nicht wieder begonnen hat, dem Auswaschen sehr ausgesetzt sein müssen. Auch für die Sommerhalmfrüchte wird oft eine Ueberdüngung mit schnell wirkenden Mitteln sehr vortheilhaft sein und hier kann ebenfalls eine Theilung der anzuwendenden Quantität stattfinden, indem die eine Hälfte gleich vor oder nach der Saat, die andere aber erst 4 bis 5 Wochen später ausgestreut wird. Bei dem Anbau von Leguminosen werden die concentrirten Düngstoffe am besten vor der Saat in den Boden gebracht und durch fleißiges Eggen möglichst innig mit der Ackerkrume vermischt, das Ausstreuen auf die saftigen Blätter der jungen Pflanzen wirkt oft zu beizend und zerstörend, während die Nahrung, welche durch die Wurzel diesen Pflanzen zugeführt wird, ein üppiges Wachsthum der letzteren hervorbringt. Bei den knollen- und rübenartigen Früchten ist überall die Wurzeldüngung der Ueberdüngung vorzuziehen und dasselbe möchte bei den Anbau von Winter- oder Sommeröl-

früchten zu empfehlen sein. Zur Unterstützung der zuletzt genannten Früchte sollte zur Zeit der Saat stets eine gewisse Menge eines schnell wirkenden Düngmittels angewandt werden, damit die jungen Pflanzen schnell und kräftig sich entfalten und möglichst bald der zerstörenden Einwirkung der Erdflöhe, Schnecken ꝛc. entwachsen; es möchten hierzu Rapskuchenmehl, Guano und Ammoniaksalze besonders geeignet sein, weniger jedoch die salpetersauren Salze, welche, wenigstens nach meinen Beobachtungen und Versuchen nicht so günstig zur Förderung des Wachsthums der Oelfrüchte wirken, als die Ammoniakverbindungen, oft sogar einen schädlichen Einfluß ausüben; ebensowenig sind die salpetersauren Salze mit völliger Sicherheit für Wurzelfrüchte zu verwenden, dagegen hat man in ihnen ein ausgezeichnetes Mittel durch Ueberdüngung von Getreidefeldern und Grasländereien, diese zu einem ungemein hohen Grade der Ertragsfähigkeit zu bringen. Schließlich ist noch zu erwähnen, daß man die leicht löslichen Düngmittel als Ueberdünger unwirksam oder doch nicht lohnend gefunden hat, wenn der Boden in einem sehr erschöpften und besonders verwilderten Zustande war. Alle die hier gegebenen Regeln sind aus den Resultaten der in England und Schottland angestellten zahlreichen Versuche und Beobachtungen abgeleitet worden.

6. *In welcher Form, Quantität und Mischung ist das Düngmittel anzuwenden?* Man hat in England häufig die aufgelösten concentrirten Düngstoffe, wie Guano, Salpeter ꝛc. in flüssiger Form als Ueberdüngung angewandt, also in der Weise, wie die Gasflüssigkeit und die Jauche meistens über den Acker vertheilt werden. Hierbei ist sehr zu beachten, daß man die Flüssigkeit nicht in einem zu concentrirten Zustande anwendet, sondern deren beizende Eigenschaft durch Verdünnung mit vielem Wasser aufhebt, ein Verfahren, welches auch schon bei der Benutzung der Gasflüssigkeit befolgt werden muß. Allerdings hat man nicht selten bei Anwendung des Düngmittels im flüssigen Zustande eine bessere Wirkung beobachtet, als wenn dasselbe trocken ausgestreut wurde; indessen werden der weiteren Verbreitung der ersteren Methode gewiß zu große Schwierigkeiten entgegenstehen und die Anwendung im trocknen Zustande möchte stets die gewöhnliche bleiben. Es ist schon mehrfach darauf aufmerksam gemacht worden, daß die verschiedene Form und Verbindung, in welcher einzelne Bestandtheile, namentlich der Stickstoff und die Phosphorsäure in den verschiedenen Düngmitteln auftreten, einen wesentlich modificirenden Einfluß ausübt auf deren Düngwerth überhaupt, wie für einzelne Pflanzen insbesondere. Auch hinsichtlich der Mischungen verschiedener Düngmittel habe ich erwähnt, daß ich es namentlich für zweckmäßig erachte, stickstoffreiche und phosphorsäurereiche Düngmittel mit einander zu vermischen und in dieser Mischung für die

betreffende Frucht zu verwenden. Häufig können diese zweierlei Düngstoffe auch gesondert bei der Kultur einer einzelnen Frucht und zwar mit noch größerem Vortheil verwendet werden, als wenn sie gleichzeitig mit einander gemischt zur Ueberdüngung oder Wurzeldüngung dienen. Die Phosphorsäure muß überall mit den Wurzeln in möglichst inniger Berührung sich befinden; man bringt deshalb das phosphorsäurereiche Düngmittel, wie das Knochenmehl, die schwefelsauren Knochen, die Coprolithen ꝛc. schon vor der Saat in den Boden, während die schnell wirkenden und leicht auflöslichen stickstoffreichen Düngmittel erst dann ausgestreut werden, wenn die jungen Pflanzen anfangen, sich zu bestocken und zahlreiche Blätter und Schösse zu treiben.

Die Menge, in welcher die concentrirten Düngstoffe zur Anwendung kommen, richtet sich natürlich nach dem Zustande, in welchem der Boden sich befindet und nach den Früchten, welche angebaut werden sollen. Wenn schon mehrere Ernten ohne neue Düngung von dem Boden genommen worden sind, so wird man für eine Halmfrucht etwa 300 Kilogr. Guano oder 200 Kil. Chilisalpeter oder Ammoniaksalz verwenden, bei Hackfrüchten aber und besonders bei Oelfrüchten diese Quantitäten um die Hälfte oder selbst um das Doppelte noch mit Vortheil erhöhen. Ich sehe aber den größten Vortheil bei der Anwendung von leicht löslichen sehr concentrirten Düngstoffen nicht in der Benutzung derselben als ganze Düngung, weil hierbei unter ungünstigen äußern Verhältnissen sehr leicht ein wesentlicher Verlust an Düngsubstanz eintreten kann; dagegen halte ich diese Substanzen für sehr geeignet, ja ich betrachte sie als die einzig existirenden Mittel, um die schon vorhandene Bodenkraft zu einer noch größeren Thätigkeit zu bestimmen, um von dem gut kultivirten Boden die relativ höchsten Erträge zu gewinnen, um allenthalben, wo die Pflanzennahrung etwa nicht in ganz genügender Menge vorhanden ist oder nicht schnell genug in den auflöslichen Zustand überzugehen vermag, augenblicklich nachzuhelfen, so daß die Pflanze stets zur möglichst vollkommenen Entwicklung gelangen kann und muß. Selbst wenn im Herbste z. B. zu Weizen gedüngt worden ist, so kann immer noch eine Ueberdüngung mit Guano oder Chilisalpeter im Frühjahr großen Nutzen bringen, selbst die kräftigste Düngung zu Oelfrüchten macht eine Beimischung von augenblicklich wirksamen Stoffen nicht überflüssig. Unter solchen Verhältnissen kann man aber leichter zu viel als zu wenig des betreffenden Düngmittels anwenden; ich bin der Ansicht, daß man in England im Allgemeinen zu große Quantitäten zur Ueberdüngung auf den schon in guter Kraft stehenden Boden ausstreut und daß großentheils aus diesem Grunde die oben mitgetheilten mittleren Ergebnisse bei zahlreichen Düngungsversuchen verhältnißmäßig so niedrig ausgefallen sind. Hier würden 100 Kil. und oft noch weniger für die Fläche eines ganzen Hectare vollständig genügen und diese

vielleicht eine noch bessere Wirkung äußern, wenn sie nicht auf einmal, son
in zwei verschiedenen Portionen über die Saat gleichmäßig vertheilt wü
Es ist hier allerdings vorzugsweise nur von Getreidearten die Rede, b
welchen meist ausschließlich eine Ueberdüngung vorgenommen wird, und fer
beziehen sich diese Bemerkungen nur auf die auflöslichen Stickstoffverbindungen,
auf den Guano, den Chilisalpeter und die Ammoniaksalze; das Knochen-
mehl und Rapsmehl erfordert eine andere Behandlungs- und Anwendungs-
weise, von welcher schon oben die Rede war. In wiefern geringe Quantitä
(100 bis 200 Kil. für die Fläche eines Hectare) von schwefelsauren Knochen m
Vortheil bei der Kultur von Getreidearten verwendet werden können, müß
erst weitere Versuche genauer bestimmen, die bisher angestellten Versu
haben für diese Art der Hülfsdüngung ein günstiges Resultat geliefert.

7. **Wie stellt sich der ökonomische Werth der Düngmitte**
im Verhältniß zu deren Bestandtheilen und gegenwärtige
Handelspreise? Der gegenwärtige Handelspreis derjenigen Düngmitt
welche für die deutsche Landwirthschaft eine besonders große Bedeutung ha
oder gewinnen können, steht in einem ziemlich richtigen Verhältniß zu dem
ökonomischem Werthe, welcher aus zahlreichen genauen Versuchen sich erge
hat *), wie man aus der folgenden Tabelle ersieht:

Düngmittel.	Handelspreis für 100 Kil.	Der Preis von 100 Kil. Rapskuchen = 1.	Oekonomischer Werth d. Rapskuchen = 1.	100 Kil. Rapskuchen = 2 Thlr. 10 Sgr. ge[illegible]
1. Rapsmehl . . .	2,33 Thlr.	1,00	1,00	2,33 Thlr.
2. Guano	8,66 „	3,72	3,20	7,46 „
3. Knochenmehl . .	4,66 „	2,00	1,94	4,52 „
4. Chilisalpeter . .	12,00 „	5,15	3,91	9,11 „
5. Schwefels. Ammoniak	16,00 „	6,86	5,54	12,91 „

Während Guano, Knochenmehl, Chilisalpeter und schwefelsaures Am-
moniak im Handelspreise und in ihrem ökonomischen Werthe sehr überein-
stimmende Verhältnisse darbieten, hat das Rapskuchenmehl für seine durch-
schnittliche Wirkung einen etwas zu niedrigen Handelspreis; würde be
letztere für 100 Kil. (2 Centner) auf 2,66 bis 3 Thlr. erhöht, dann würde
überall der relative ökonomische Werth mit dem Handelspreis fast vollkommen
in Einklang stehen **). Ebenso stimmen die früher gefundenen Aequivalent

*) Der ökonomische Werth der verschiedenen Düngmittel ist aus den Resultaten der i
England und Schottland ausgeführten Versuche über deren Wirkung bei der Kultur vo
Getreide berechnet, der des Knochenmehls nach den mehrjährigen Beobachtungen in Deutsch
land festgestellt worden.

**) Der Handelspreis der Rapskuchen ist in neuerer Zeit, in Folge der fast allgemein
Benutzung derselben als kräftiges Futtermittel, sehr gestiegen und wird jetzt für 100 Ki

der bekannteren Düngmittel mit dem gewöhnlich angenommenen, mittleren Geldwerth des Stalldüngers sehr gut überein:

	Preis für 100 Kil.	Aequivalent an Stalldünger.	Geldwerth für 1 Fuder = 1000 Kil. Stalldünger.
1. Guano . . .	8,66 Thlr.	6500 Kil.	1,33 Thlr.
2. Knochenmehl . .	4,66 „	3250 „	1,43 „
3. Rapsmehl . .	2,33 „	1850 „	1,26 „

Aus der Zusammensetzung der Düngmittel läßt sich nur dann ein sicherer Schluß auf ihren ökonomischen Werth machen, wenn man solche Substanzen einer Vergleichung unterwirft, die gleich auflöslich sind und in physikalischer Hinsicht völlig analog sich verhalten, wie z. B. die reinen salpetersauren und Ammoniaksalze und theilweise auch der Guano, obgleich bei dem letzteren die complicirtere Zusammensetzung theilweise auch wieder andere Momente zur Werthbestimmung erfordert. Wollte man ausschließlich nach dem Stickstoffgehalte den Werth eines Düngmittels feststellen, so würde der Handelspreis des Stickstoffes sehr verschieden ausfallen.

1 Kil. Stickstoff im Guano	= 20 Sgr.	8 Pf.
„ „ „ „ Chilisalpeter	= 21 „	7 „
„ „ „ „ schwefelsaures Ammoniak . .	= 22 „	7 „
„ „ „ „ Knochenmehl	= 28 „	— „
„ „ „ „ Rapsmehl	= 12 „	7 „
„ „ „ „ Stalldünger	= 10 „	— „

Nächst dem Stickstoff ist die Phosphorsäure der wichtigste Bestandtheil aller käuflichen Düngmittel; 1 Kil. hat für den Landmann vielleicht keinen geringeren Werth als 2 Sgr.; bringt man nach dieser Annahme in dem betreffenden Düngmittel den Preis für die vorhandene Phosphorsäure in Abzug, dann stellt sich der Geldwerth des Stickstoffes folgendermaßen:

1 Kil. Stickstoff im Guano	= 16 Sgr.	8 Pf.
„ „ „ „ Knochenmehl	= 8 „	8 „
„ „ „ „ Rapsmehl	= 11 „	3 „
„ „ „ „ Stalldünger	= 9 „	— „

Im Guano wird also 1 Kil. Stickstoff doppelt so hoch bezahlt, als im Knochenmehl; da aber der ökonomische Werth mit dem Handelspreise bei beiden Düngmitteln in Uebereinstimmung gefunden worden ist, so muß in der That

durchschnittlich wohl 4 Thlr. betragen; bei einem solchen Preise können die Rapskuchen zur Düngung nicht mehr mit gleichem Vortheil, wie andere käufliche Stoffe verwendet werden, da der ökonomische Werth der Rapskuchen zu dem des Knochenmehls fast wie 1 : 2, zu dem des Guanos wie 1 : 3¼ und zu dem des Chilisalpeters fast wie 1 : 4 sich verhält; der durchschnittliche Handelspreis der zuletzt genannten Düngstoffe hat sich nicht wesentlich verändert.

der Stickstoff in dem Guano einen doppelt so hohen Werth für den Landw
haben, als der im Knochenmehl befindliche. Die Ursache dieser Erschein
liegt darin, daß der Guano eine weit schnellere Wirkung ausübt, als im
Knochenmehl; wenn das letztere durch Schwefelsäure oder andere Mittel
einer rascheren Zersetzung genöthigt wird, dann steigt auch der Werth jen
Bestandtheile in entsprechender Weise.

Am Schluß dieses Kapitels will ich noch eine Düngerwerth-
tabelle mittheilen, welche, wie ich glaube, der Praxis mancherlei Beacht
bietet, da sie nicht allein über den Gehalt der verschiedenen Düngmittel a
vorzugsweise wichtigen Stoffen Auskunft gibt, sondern auch hinsichtlich d
Gesammtwirkung der betreffenden Substanz, im Vergleich zu derjenigen d
Stallmistes und hinsichtlich der Art, wie diese Wirkung auf mehrere Jah
sich vertheilt, eine recht gute Uebersicht gewährt.

Art des Düngers.	Wichtigere Bestandtheile in 100 Th. des Düngers. Wasser.	Stickstoff.	Phosphorsäure.	Kali.	Stärke der Düngung pr. Hectare.	Von der Gesammtwirkung kommen auf das 1. Jahr.	2. J.	3. J.	Aequivalent für 100 K. des Düngers in Stallmist
	Prc.	Prc.	Prc.	Prc.	Kil.	Prc.	Prc.	Prc.	K.
Stallmist	75	0,4	0,25	1,0	30000	33	34	33	100
Peru-Guano	12	12,5	10,0	3,0	300	60	25	15	6000
Rapsölkuchen	14	4,5	2,0	1,5	1000	65	25	10	1850
Knochenmehl	12	5,0	23,0	—	800	30	35	35	3250
Gedämpftes Knochenmehl	12	4,5	24,0	—	500	50	30	20	4000
Schwefels. Knochen	12	3,0	17,0	—	350	70	20	10	4000
Chilisalpeter	2	16,0	—	—	150	100	—	—	8000
Schwefels. Ammoniak	2	21,0	—	—	130	100	—	—	9000
Pferdemist, frischer	75	0,7	0,3	2,0	22000	50	35	15	150
Schafmist „	67	0,9	0,4	2,0	20000	45	35	20	170
Schweinemist „	85	0,3	0,2	1,0	40000	30	35	35	75
Kuhmist „	80	0,4	0,2	1,0	35000	25	40	35	90
Menschenkoth „	74	1,0	1,2	0,5	6000	75	15	10	300
Menschenharn, fr.	96	0,9	0,2	0,5	4000	100	—	—	300
Gute Poudrette	15	3,0	4,0	3,0	1500	65	25	10	1000
Gutes Urat	15	10,0	12,0	8,0	400	65	20	15	5000
Taubenkoth	62	3,5	2,0	2,0	2000	75	15	10	800
Taubenmist, getr.	10	6,3	6,0	6,0	600	70	20	10	2400
Fischguano, norwegischer	8	12,5	7,0	1,0	350	60	25	15	6000
Flüssiges Blut	80	3,2	0,5	1,0	1200	100	—	—	1000
Guter Blutdünger	15	10,0	8,0	4,0	400	90	10	—	4500

Das Aequivalent in Stallmist ist für einige der bekannteren Düngmittel,
sowie auch die Art der Wirkung in dem Zeitraum von drei Jahren, durch

zahlreiche direkte Versuche ermittelt und für die übrigen Düngstoffe aus deren Beschaffenheit und Zusammensetzung die betreffende Zahl durch Rechnung gefunden worden. Für einige Düngmittel, z. B. für das frische Knochenmehl ist das in der Tabelle angegebene Stalldünger-Aequivalent im Verhältniß zu ihrem Gehalt an wirksamen Bestandtheilen ein zu niedriges, weil die letzteren zu fest gefunden sind, als daß sie im Verlaufe von drei Jahren vollständig ausgenutzt werden könnten; durch eine zweckmäßige Behandlung, wie durch Dämpfen der Knochen, durch Aufschließen mit Schwefelsäure 2c. wird die Wirkung des Düngmittels eine schnellere, somit die Ausnutzung in drei Jahren eine vollständigere, es muß also auch das Stalldünger-Aequivalent ein höheres werden. Fast alle Düngmittel steigern nur bis zu einer gewissen Grenze im geraden Verhältniß zu ihrer vermehrten Zufuhr die Fruchtbarkeit des Bodens; über diese Grenze hinaus sind die Mehrerträge der Ernten nicht mehr so beträchtlich, sie können sogar wiederum sich vermindern. Wenn man daher die Gesammtwirkung des Düngmittels durch eine einzige Zahl ausdrücken will, dann muß man stets voraussetzen, daß das Düngmittel auch in einer passenden Quantität in Anwendung gebracht wird; die Düngermengen, welche in der Tabelle aufgeführt sind, bezeichnen eine ganze Düngung von mittlerer Stärke für die Fläche eines Hectare; bei der Kultur von stark angreifenden Gewächsen kann man die Menge des Düngers entsprechend vergrößern, noch öfter aber wird eine geringere Quantität, etwa die Hälfte schon völlig genügen, nämlich dann, wenn man die käuflichen Düngmittel als Beidüngung neben dem Stalldünger und auf einem Boden anwendet, der bereits in mittlerer Kraft sich befindet. Da die drei in landwirthschaftlicher Hinsicht wichtigsten Bestandtheile der Düngmittel, nämlich der Stickstoff, die Phosphorsäure und das Kali jeder für sich als specifisch das Wachsthum gewisser Gruppen von Kulturpflanzen fördernd angesehen werden können, so sind die procentischen Mengen dieser Bestandtheile ebenfalls in der Tabelle zusammengestellt worden und man wird daraus ersehen, welche käufliche Düngstoffe für Halmfrüchte, Wurzelfrüchte oder für Blattfrüchte und Grünfutterpflanzen vorzugsweise mit Vortheil anzuwenden sind.

IV. Einfluß der Düngmittel auf die Qualität der Ernten.

Der Werth der Erzeugnisse des Ackerbaues für die Ernährung des thierischen Organismus oder für gewisse Zweige der Industrie kann genau nur aus deren Zusammensetzung oder durch die chemische Analyse erkannt werden. Die chemische Analyse hat bisher für den angedeuteten Zweck, weder

er landwirthschaftlichen Praxis, noch im Handel mit den Produkten
es, eine ausgedehnte Anwendung gefunden. Der Landwirth wie
delsmann beurtheilt den Werth der Ernten nur nach deren Aussehen
allgemeinen Erfahrungen, welche ihm mit gewissen äußeren Kennzeichen
rektem Zusammenhange zu stehen scheinen, so wie ferner nach den
erhältnissen, in welchen die einzelnen Theile der Ernten vorhanden
Körner und das Stroh, die Knollen, Wurzeln und das Kraut.
Einfluß verschiedener Düngmittel auf die chemische Zusammensetzung
die physikalischen Eigenschaften der Ernten liegen bis jetzt nur sehr wenig
hrungen und Beobachtungen vor; das Wenige, was hierüber bekannt
in dem Folgenden Erwähnung finden.

Auch wenn vielleicht einst die chemische Analyse über alle Zweige der
wirthschaftlichen Praxis ein helles Licht verbreitet hat, so wird man
als dahin gelangen, mit Sicherheit zu sagen: dieses Düngmittel be-
tigt ausschließlich oder vorzugsweise die Bildung von Holzfaser, Stärke,
er, Oel rc., jenes das Entstehen einer größeren Menge von Kleber
eiß, oder dieses Düngmittel erzeugt gute Körner, jenes reichliches Stroh
vorzüglicher Beschaffenheit. Es wird vielmehr immer klarer erkannt
en, daß fast jede einzelne Erscheinung, die wir in der lebenden Natur
eten sehen, bedingt ist durch vielerlei ganz verschiedene Ursachen, die
ihre Gesammtwirkung jene Erscheinung hervorrufen, obgleich sie oft in
Wirkung innerhalb gewisser Grenzen sich gegenseitig vertreten können.
Düngung des Feldes ist nur eine Bedingung für die größere oder ge-
e Güte der Erträge; gleichzeitig wirken auch die chemische und physi-
Beschaffenheit des Bodens, die Art der Bestellung, die Eigenthümlichkeit
amenkornes, das Klima und die Jahreswitterung. Jede Pflanze er-
zu ihrer vollständigen Ausbildung ein bestimmtes Maaß von Wärme
uchtigkeit, passend vertheilt auf die verschiedenen Perioden ihres Wachs-
; Mangel wie Ueberfluß an diesen mächtigen Agentien des vegetabi-
Lebens erzeugen Störungen und Stockungen im Organismus,
ankhafte Entwicklung des letzteren. Das feuchte und kalte Klima
sländer bringt dickschalige Körner hervor mit geringerem Stärkegehalt,
d der letztere wie der Gehalt an Oel und Zucker unter dem Einfluß
hen Temperatur und von trockner Witterung in der Periode zwischen
und Reife sehr bedeutend vermehrt wird; eine warme, aber feuchte
ng giebt reichlich Stroh und Blätter, aber in Qualität und Quantität
Körner, ein heißer trockner Sommer erzeugt zwar wenig Körner
aber beides von vorzüglicher Beschaffenheit. Der mechanische Zustand
ens unterstützt oder hindert den Einfluß der Witterung, ein kalter

thoniger und wenig thätiger Boden, noch mehr aber ein feuchter schwammiger Moorboden producirt wohl große Massen an Stroh, aber dieses von geringer Güte und sehr zum Befallen geneigt, und verhältnißmäßig wenige und schlechte Körner; dagegen begünstigt ein heißer Sandboden die Bildung der Stärke, er bringt vorzügliche Körner hervor und kurzes, aber steifes Stroh, beides freilich oft nur in geringer Menge; ein lockerer und thätiger Lehmboden giebt die lohnendsten Erträge nach Qualität und Quantität. Jeder Landwirth weiß, daß guter Samen eine unerläßliche Bedingung ist zur Erzeugung einer guten Frucht, und daß die Beschaffenheit der letzteren auch im hohen Grade von der Art der Bestellung des Ackers abhängig ist; wo nur sehr flach geackert und die ganze Menge des Düngers allein der obersten dünnen Schicht der Ackerkrume beigemischt wird, da breiten sich die Pflanzenwurzeln auch fast ausschließlich in dieser obersten aufgelockerten Schicht aus, die Festigkeit des Untergrundes, wie der Mangel desselben an zusagender Pflanzennahrung hindert die Wurzeln tiefer zu bringen; die ganze Pflanze erlangt nur wenig Halt und Festigkeit, sie kann sich nicht hinreichend bestocken, das Stroh bleibt weich und dünn, und oft ist schon vollständiges Lager eingetreten, ehe die Körner zur Ausbildung gelangten.

Klima, Witterung und gewöhnlich auch Bodenbeschaffenheit sind allgemeine Bedingungen des Pflanzenlebens, deren Aenderung nicht in der Macht des Menschen liegt; wohl aber kann er den störenden Einflüssen derselben entgegenwirken durch die mechanische Bearbeitung des Feldes, durch die Auswahl der anzubauenden Früchte und deren Samen, wie auch durch eine geeignete Düngung. Wenn der Einfluß der letzteren auf die Qualität der erzielten Ernten für sich einer näheren Betrachtung unterworfen werden soll, so kann eine solche nur auf gewisse mittlere Zustände des Bodens und der Witterung sich beziehen, welche im Allgemeinen dem Wachsthum der verschiedenen Pflanzen günstig sind. Wenn man einen Boden hat, der in mittlerer Dungkraft sich befindet, in welchem Zustande er am geeignetesten erscheint zu Beobachtungen über den Einfluß neuer Zusätze verschiedener Pflanzennahrungsstoffe auf die Entwicklung der Pflanzen, so kann man annehmen, daß bei dem Anbau von Getreidearten eine neue Zufuhr von Kalisalzen, besonders des kohlensauren Kali, vorzugsweise einen Mehrertrag an Stroh bewirkt, daß dagegen phosphorsaure Verbindungen zur besseren Entwicklung der Körner beitragen, während reine Stickstoffverbindungen, namentlich die Ammoniaksalze bis zu einer bestimmten Grenze gleichmäßig auf Körner- und Strohbildung einwirken, darüber hinaus aber mehr die letztere begünstigen; alle drei Düngerarten in passenden Verhältnissen mit einander gemischt, müssen auch den relativ höchsten Ertrag liefern an Stroh wie an Körnern, in Qualität wie

in Quantität, immer vorausgesetzt, daß der Boden alle Pflanzennahrungsstoffe schon früher in gegenseitig entsprechenden Mengen und nicht vielleicht einen einzelnen derselben vorherrschend im auflöslichen Zustande enthielt. Die Natronsalze scheinen im Ganzen bei dem Getreidebau sich anders zu verhalten als die Kalisalze, wenigstens spricht sich der Einfluß des Kochsalzes sehr gewöhnlich in einer bessern Qualität der Körner aus, während zu gleicher Zeit das Stroh im Wachsthum etwas zurückgehalten wird, dafür aber eine größere Festigkeit und Steifheit annimmt. Auffallend ist es, daß die angedeutete Wirkung des Kochsalzes vorzugsweise bei der Gerste sich äußert, dagegen bei dem Anbau des Hafers, wenigstens nach den bis jetzt vorliegenden Versuchen, oft gerade eine vermehrte Strohbildung beobachtet wird, in der gleichzeitigen Entwicklung der Körner aber eine Störung eintritt. Gewöhnlich vermindert sich in demselben Verhältnisse, in welchem das Stroh an Masse zunimmt, die Festigkeit desselben, damit aber im innigen Zusammenhange stehend auch die Güte und Schwere der Körner. Alle sehr stickstoffhaltigen und schnell wirkenden Düngstoffe, wie Schafdünger, Pferdemist, besonders aber Jauche, Guano, die salpetersauren und Ammoniaksalze, wenn sie in größerer Quantität angewandt werden, geben ein weicheres Stroh, welches zum Lagern geneigt ist, während Phosphate und oft auch das Kochsalz dem Stroh eine größere Festigkeit, eine hellere Farbe und erhöhten Glanz verleihen. Bodenbeschaffenheit und Witterung wirken auf diese Erscheinungen vielfach modificirend ein. Eine gleiche Wirkung wie auf das Stroh äußern die verschiedenen Düngmittel auf die Erträge der künstlichen oder natürlichen Grasländereien: Jauche, Rapsmehl, Ammoniak- und saulpetersaure Salze geben ein großes Volumen und Gewicht an Gras und Heu, dieses ist aber oft schwammig und nicht so intensiv nährend, als die Ernten, welche man gewinnt, wenn außer dem Stickstoff und den Alkalien auch Phosphorsäure in passender Form und Menge zugeführt wird, wie es bei der Düngung mit Stallmist, Holzasche, Guano und Knochenmehl der Fall ist. Mit dem größeren Volumen und Gewichte des Heu's vermindert sich die Güte desselben im höheren oder geringeren Grade, auf trocknen Wiesen wird gewöhnlich ein kräftigeres Futter geerntet, als auf nassen Moor- und selbst gut angelegten Bewässerungswiesen. Auch die Wurzelfrüchte und zum Theil die Leguminosen gedeihen am besten unter dem Einfluß eines phosphor-ammoniakalischen Düngmittels, namentlich den Hackfrüchten scheint ein solcher gemischter Dünger ganz besonders unentbehrlich zu sein, die Bildung von Stärkmehl und Zucker erfolgt nicht so schnell und vollkommen, wenn diesen Pflanzen ausschließlich oder auch nur vorherrschend Stickstoffnahrung zugeführt wird, sie nehmen unter dem Einfluß der letzteren oft eine sehr wässerige und schlechte Beschaffenheit an;

diese Erscheinung zeigt sich nicht selten bei dem Anbau von Kartoffeln und Runkelrüben und die Turnipsrüben können noch weniger zur völligen Ausbildung gelangen, wenn ihnen nicht Phosphorsäure in reichlicher Menge zugänglich gemacht wird. Die Oelfrüchte ertragen von allen Kulturpflanzen die größte Quantität auflöslicher Stickstoffnahrung, die letztere befördert die Bildung der Körner außerordentlich.

Für den Landwirth haben nur die organischen Bestandtheile der Pflanze eine hohe Bedeutung; die gleichzeitig auftretenden Mineralstoffe und deren quantitative Schwankungen unter dem Einfluß verschiedener Düngmittel haben schon früher (in dem allgemeinen Theile dieser Ausarbeitung) Berücksichtigung gefunden; hier lasse ich dieselben gänzlich unbeachtet. Man unterscheidet zwei Hauptabtheilungen von organischen Pflanzenstoffen, stickstofffreie und stickstoffhaltige Bestandtheile, oder hinsichtlich ihrer Bedeutung für den Ernährungsprozeß Respirationsmittel und blutbildende (plastische) Nahrungsstoffe. Es wäre praktisch von hohem Interesse, wo möglich den Einfluß der Düngmittel auf die vermehrte Bildung der einen oder anderen Klasse von organischen Pflanzenkörpern festzustellen. Bei oberflächlicher Betrachtung scheinen diejenigen Düngsubstanzen, welche eine besonders große Menge von auflöslichem Stickstoff und assimilirbarer Phosphorsäure enthalten, auch einen größeren absoluten wie relativen Gehalt der Ernten an Kleber und Eiweiß, also an sogenannten Proteïnverbindungen bewirken zu müssen. Dies wäre vielleicht auch der Fall, wenn wir die Wirkung der Düngmittel für sich isoliren könnten, wenn also nicht gleichzeitig alle die übrigen Einflüsse, welche ich oben andeutete, ihre Thätigkeit äußerten für die Beschaffenheit der Ernten. Bei einer Betrachtung des Stickstoffverhältnisses im Dünger und in den Ernten muß man durchaus unterscheiden zwischen dem procentischen und dem absoluten Gehalte der Ernteerträge an Stickstoff oder an Proteïnsubstanzen. Lange Zeit war die Ansicht allgemein verbreitet, daß ein höherer Stickstoffgehalt des Düngers auch in den unter seinem Einfluß gewachsenen Früchten procentisch eine Vermehrung der organischen Stickstoffverbindungen bewirke. Diese Ansicht, welche durch die bekannten, schon vor 30 Jahren angestellten Hermbstädt'schen Versuche bestätigt zu werden schien, ist durch die neueren mit größerer Sorgfalt ausgeführten Versuche und Untersuchungen widerlegt worden. Polstorff zog vollkommene Gerstepflanzen a. in gewöhnlicher Gartenerde, b. in einer Mischung von Ziegelmehl und Mineraldünger (bestehend aus kieselsaurem Natronkali, kohlensaurem Kalkkali, phosphorsaurem Kalknatronkali, Knochenerde und Gips), c. in Ziegelmehl, gemischt mit Mineraldünger und phosphorsaurer Ammonaiktalkerde und d. in Ziegelmehl, gemischt mit festen und flüssigen menschlichen

Excrementen. Die Ernteerträge in Nr. a. gleich 100 gesetzt, verhielten die in den anderen Versuchen erhaltenen Mengen wie folgt:

	Körner.	Stroh.	Gewicht eines Samenkornes.
Nr. a.	100	100	100
„ b.	78	103	82
„ c.	90	110	82
„ d.	135	154	104

Die procentische Zusammensetzung der Gerstenkörner in Nr. b. c. d. war:

	b.	c	d.
Wasser	16,0 Prc.	15,0 Prc.	14,0 Prc.
Hülsen	14,5 „	14,5 „	12,5 „
Stickstofffreie Stoffe . .	53,9 „	58,5 „	62,7 „
Stickstoffhaltige Stoffe .	13,0 „	9,0 „	8,3 „
Asche	2,6 „	3,0 „	2,0 „
	100,0	100,0	100,0

Eine im J. 1854 von A. Müller ausgeführte Reihe von Versu… über den Einfluß verschiedener Düngmittel auf die Quantität und Qua… der betreffenden Ernten hat ebenfalls sehr bestimmt gezeigt, daß die chemi… Zusammensetzung der Gerstenkörner unter den gewöhnlichen Verhältnissen … Ackerbaues sehr wenig durch die Bestandtheile des in Anwendung gebrau… Düngmittels verändert wird. Die wichtigeren Resultate dieser Versuche … ersieht man aus der folgenden Tabelle:

Bezeichnung des Düngers.	Menge des Düngers.	Stickstoff im Dünger.	Phosphors. im Dünger.	Ernteerträge an Körnern.	Ernteerträge an Stroh 2c.	Gehalt*) der Körner an Stickstoff.	Gehalt*) der Körner an Protein	Gehalt*) der Körner an Asche	Absoluter Stickstoffgeh. der Körner.	Gewicht eines …
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Prc.	Prc.	Prc.	Grm.	[illegible]
1. Peruguano.	2522	277	227	12313	31721	1,70	10,2	2,8	183	[illegible]
2. Schwefelsaure Knochen .	1904	103	325	8159	19151	1,66	9,9	2,9	117	[illegible]
3. Chilisalpeter	1261	185	—	6399	17008	1,67	10,0	2,8	93	[illegible]
4. Ausgekochtes Knochenmehl	4848	222	1357	5573	14854	1,76	10,6	3,2	85	[illegible]
5. Reines Knochenmehl .	4423	239	1105	5366	17138	1,76	10,6	3,0	81	[illegible]
6. Leinkuchenm.	2956	122	74	3873	15328	1,57	9,4	2,8	53	[illegible]
7. Rindviehdg.	12613	63	50	3444	14318	1,70	10,2	3,0	51	[illegible]
8. Sächs. Guano . . .	6301	116	?	3164	9681	1,66	9,9	2,9	45	[illegible]

*) Der procentische Gehalt der Körner an Stickstoff, Proteïnstoffen und Asche ist auf den wasserfr… Zustand der Körner berechnet; im lufttrocknen Zustande enthielten die Körner in allen untersuchten Pro… sehr übereinstimmend zwischen 12,5 und 13,5 Prc. Wasser.

Ein Blick auf die vorstehende Tabelle lehrt, daß die Art der Düngung einen sehr geringen Einfluß auf die procentische Zusammensetzung der Gerstenkörner gehabt hat. Die Unterschiede, welche aus den Analysen sich ergeben, sind viel unbedeutender als die Unterschiede, welche in der Zusammensetzung der Körner von verschiedenen Gerstevarietäten oder unter verschiedenen Boden-, Witterungs- und klimatischen Verhältnissen beobachtet werden.

John fand, nach in Hohenheim angestellten Versuchen, daß der procentische Gehalt der Porteïnsubstanzen in den Gerstenkörnern niedriger wird mit der vermehrten Zufuhr von Stickstoff im Dünger, ein Resultat, welches auch Norton aus seiner Untersuchung der Haferpflanze ableitete; die auf ungedüngtem Lande geernteten Körner des Hopetonhafers enthielten im geschälten Zustande 22,01 Prc. stickstoffhaltige Bestandtheile, nach der Düngung mit Guano dagegen nur 18,24 Prc. Bei dem Weizen vermindert sich unter dem Einfluß stickstoffreicher Düngmittel der procentische Stickstoffgehalt in der Ernte nach Untersuchungen von John, wie auch von Lawes und Gilbert; der letztere fand in dem Weizen, welcher 1844 nach einer Düngung mit Kalksuperphosphat gewachsen war, 3,03 Prc. Stickstoff, in dem mit Ammoniaksalzen gedüngten Weizen dagegen nur 2,65 Prc. Im J. 1846 war der Einfluß der stickstoffhaltigen Düngmittel auf die Verminderung der Stickstoffprocente im Weizen nicht ganz so deutlich. In der folgenden Tabelle sind die von Lawes und Gilbert mitgetheilten Zahlen zugleich mit deren Angaben über den von Kornhändlern und Müllern für jede Weizensorte bezahlten Handelspreis zusammengestellt, indem der Handelswerth von Nr. 1, also von dem stickstoffreichsten Weizen = 100 angenommen wurde.

Nr.	Jahr.	Düngung.	Stickstoff Prc.	Stickstoff in Nr. 1 = 100.	Handelswerth Nr. 1 = 100.
1.	1844.	Kalksuperphosphat . . .	3,03	100	100
2.	„	Ditto und Ammoniaksalze .	2,65	87,4	102,4
3.	1846.	Liebig's Patentdünger .	1,81	68,3	114,3
4.	„	Ditto und Ammoniaksalze .	1,69	55,8	109,5
5.	„	Ditto und Rapskuchen . .	1,89	62,4	104,8
6.	„	Ditto und Rapskuchen und Ammoniaksalze . . .	1,88	62,4	—
7.	„	Erschöpfter Boden, unged.	1,95	64,3	109,5
8.	„	Ditto, mit Ammoniaksalzen	2,01	66,3	109,5
9.	„	Ditto, mit Rapskuchen . .	1,85	61,1	109,5
10.	„	Ditto, mit Rapskuchen und Ammoniaksalzen . . .	1,93	63,7	109,5
11.	„	Austral. Weizen Nr. 1. . .	—	—	133,3
12.	„	Ditto „ 2. . .	1,94	64,0	133,3
13.	„	Ditto „ 3. . .	2,38	78,5	133,3

Man sieht, daß der Handelswerth des Weizens und wohl über
aller Getreidearten im Allgemeinen mit der Verminderung der Sti
procente steigt; die Körner, welche procentisch am wenigsten Stickst
halten, sind in der Regel am vollkommensten ausgebildet, sie sind gr
schwer und geben das schönste und weißeste Mehl.

Bei dem Anbau von Bohnen fanden Lawes und Gilbert mi
Zuführung von Ammoniaksalzen eine vermehrte Bildung von Proteinsub
zen; die wasserfreien Bohnen, welche nach einer Düngung mit reinen Mi
stoffen gewachsen waren, enthielten 4,77 Prc. Stickstoff, nach der Dün
mit Ammoniaksalzen dagegen 5,11 Prc. John beobachtete bei den Erb
das entgegengesetzte Verhalten und ebenso bei Kartoffeln und Rüben;
Fresenius erhielt für die Kartoffeln ähnliche Resultate, wie aus d
folgenden Analysen sich ergiebt:

	1. Mit Mist gedüngt.	2. Ungedüngt.	3. Mit Mineraldünger gedüngt.
Eiweiß	0,70 Prc.	0,93 Prc.	0,80 Prc.
Stärke	10,00 „	13,37 „	11,04 „
Faser	6,02 „	6,63 „	6,52 „
Gummi, Apfelsäure ꝛc.	1,86 „	2,34 „	2,50 „
Asche	1,40 „	1,09 „	1,18 „
Wasser und Verlust	80,02 „	75,64 „	77,96 „
	100,00 Prc.	100,00 Prc.	100,00 Prc.

Auf die wasserfreie Substanz bezogen, ist der Gehalt an Eiweiß
Nr. 1 = 3,50, Nr. 2 = 3,82 und in Nr. 3 = 3,63 Prc., also nicht
von einander abweichend. Ueber den Einfluß gewisser Düngstoffe auf
Zusammensetzung der Turnipsrüben sind in England ausführliche Unt
suchungen angestellt worden. Colbeck und Richardson fanden die
genden Verhältnisse:

Düngung.	Stickstoff in der frischen Substanz.	Stickstoff in der wasserfreien Substanz.	Wassergehalt der frischen Rüben.
Knochenmehl und Schwefelsäure	0,088 Prc.	0,96 Prc.	90,82 Prc.
Ditto und Hofdünger	0,096 „	1,23 „	92,22 „
Knochenmehl und Schwefelsäure	0,143 „	1,28 „	88,85 „
Ditto und Hofdünger	0,194 „	1,98 „	90,19 „
Magnesiakalk und Schwefelsäure	0,113 „	1,40 „	91,94 „
Ditto und Hofdünger	0,187 „	1,44 „	87,67 „
Hofdünger	0,178 „	1,84 „	90,34 „

Man bemerkt hier überall eine deutliche Zunahme des Stickstoffgehalts
der Rüben mit einer vermehrten Zufuhr des Stickstoffes im Dünger. Wasser-
gehalt und Stickstoffmenge stehen nur in den 4 ersten Versuchen in einem
deutlichen und zwar direkten Verhältnisse zu einander, so daß einem höheren

Wassergehalte auch ein höherer Stickstoffgehalt entspricht. Auch die ausführlichen, von Lawes und Gilbert mitgetheilten Versuche und Analysen stimmen mit dem angedeuteten Verhalten sehr gut überein:

Düngung.			Stickstoff in der trocknen Substanz.	Wassergehalt der frischen Rüben.
Mittel aus 13 Versuchen,		reine Mineraldüngung	1,52 Prc.	91,66 Prc.
Ditto	ditto	Mineraldünger und Rapskuchen	1,91 „	92,03 „
Ditto	ditto	Mineraldünger u. Ammoniaksalze	2,86 „	92,59 „
Ditto	ditto	Mineraldünger, Ammoniaksalze und Rapskuchen	2,33 „	92,52 „

Die betreffenden Düngungsversuche wurden sämmtlich im J. 1845 angestellt, ebenso wie die auf die folgenden Angaben sich beziehenden Versuche:

Düngung.	Stickstoffgehalt in der wasserfreien Rübensubstanz.
Hofdünger	1,56 Prc.
Ditto und Ammoniaksalze	2,54 „
Ungedüngt	3,31 „
Rapskuchen	2,17 „
Ammoniaksalze	2,98 „
Rapskuchen und Ammoniaksalze . . .	2,53 „

Der Stickstoffgehalt der ungedüngten Rüben ist procentisch am höchsten und mehr wie doppelt so hoch, als nach der Düngung mit Hofdünger; es erklärt sich dieses Verhalten sehr leicht, wenn man bedenkt, daß in dem durch mehrere Turnipsernten schon gänzlich für diese Pflanze erschöpften Boden das Wachsthum derselben so vollständig zurückgedrängt war, daß der Ertrag ohne neue Düngung fast gleich Null war, nämlich auf der Fläche eines ganzen Hectare kaum 1600 Kil. betrug, dagegen nach der Düngung mit Hofmist die sehr bedeutende Quantität von 41070 Kil. auf derselben Fläche geerntet wurde; die absolute Menge des in der Ernte gebundenen Stickstoffes war also in dem letzteren Falle ungleich größer als in dem ersteren, obgleich in dem procentischen Gehalte eine Verminderung beobachtet wurde. Der Einfluß der verschiedenen mehr oder weniger stickstoffhaltigen Düngmittel auf die Quantität der unter ihrem Einfluß producirten vegetabilischen Substanz bei dem Anbau verschiedener Früchte hat in dem vorhergehenden Kapitel eine ausführliche Besprechung gefunden; unter Berücksichtigung des dort Gesagten kann man die Resultate der bisher mitgetheilten Beobachtungen und Forschungen hinsichtlich der Wirkung des betreffenden Düngers auf die Qualität und namentlich auf den Gehalt der Ernten an organischen Stickstoffverbindungen mit folgenden Worten kurz zusammenfassen.

Ueberall entwickelt sich die vegetabilische Substanz nach Qualität und Quantität am besten, wenn alle Nahrungsstoffe, die Alkalien, Phosphorsäure,

wie namentlich der chemisch gebundene Stickstoff der Pflanze in aufnehmbarer Form zugänglich gemacht werden; nur hinsichtlich der Mengenverhältnisse, in welchen diese Stoffe als Dünger zugeführt werden müssen, verhalten sich die verschiedenen Pflanzen sehr von einander abweichend, je nachdem sie die Fähigkeit besitzen, einen großen Theil der zur Bildung organischer Substanz nöthigen Nahrung der umgebenden Atmosphäre zu entziehen, oder in dieser Hinsicht fast ausschließlich an den Boden angewiesen sind, je nachdem der physiologische Bau der Wurzeln die Aufnahme und das Ansammeln der im Boden vorhandenen Bodenkraft in höherem oder geringerem Maaße gestattet, je nachdem die Pflanze eine kürzere oder längere Vegetationsperiode zu durchlaufen hat, oder eine Neigung besitzt, vorherrschend eigenthümliche organische Stoffe zu bilden, und endlich je nachdem es in der Absicht des Menschen liegt, der besonders üppige Entwicklung dieses und jenes Pflanzentheiles zu fördern oder derselben hindernd entgegenzutreten. Der Landwirth opfert nicht selten gerne einen Theil an der Qualität der Ernte, wenn ihm in der Quantität nur ein reichlicher Ersatz geboten wird. Der Stickstoff ist ökonomisch bei weitem der werthvollste aller Pflanzennahrungsstoffe, mit seiner vermehrten Zufuhr giebt sich überall die Bildung einer größeren Masse an vegetabilischer Substanz kund. Bei Gegenwart von ausreichenden Mengen an Phosphorsäure und Alkalien findet bei der Düngung mit leicht löslichen Stickstoffverbindungen eine Verbesserung der Getreidekörner statt in Qualität und Quantität; die Getreidekörner verlieren procentisch an Stickstoff, bilden sich aber vollkommner aus, werden absolut und relativ reicher an Stärke und erhalten dadurch, wie ein besseres Ansehen, so auch einen höheren Handelswerth. Wird aber die Stickstoffnahrung im Boden über eine gewisse, nach Boden-, klimatischen und Witterungsverhältnissen verschiedene Grenze hinaus vermehrt, dann sinkt auch wieder die Güte der Körner, sie werden leichter, kleiner, nehmen eine dunklere Farbe an, werden gewöhnlich den Procenten nach reicher an Stickstoff und Wassergehalt im lufttrocknen Zustande, das Stroh wird weich und schlaff und giebt ein großes Volumen und absolutes Erntegewicht. Wie das Stroh der Getreidearten, so verhält sich auch das Gras der Wiesen und der Weiden, so auch Blätter und Stengel aller übrigen Pflanzen, wie die Körner der Halmfrüchte, so auch die Früchte der Leguminosen und der Oelpflanzen, nur daß bei diesen wieder andere Mengenverhältnisse der Düngerbestandtheile die äußerste Grenze bezeichnen, als bei jenen. Selbst die Knollen und Wurzeln der Kartoffeln und der Rüben bieten ähnliche Erscheinungen dar; bei dem kleinsten absoluten Erntegewichte, bei der geringsten Entwicklung der Pflanze, unter gegebenen Boden- und Witterungsverhältnissen, ist der procentische Gehalt an Proteïnverbindungen am größten, der

selbe sinkt nach und nach bis zu einer bestimmten Grenze mit der Zunahme des Erntegewichtes, sei es unter dem Einfluß stickstoff- oder phosphorsäurereicher oder gemischter Düngstoffe und gleichzeitig in der Regel vermehrt sich der Stärke- oder der Zuckergehalt. Ist die Grenze erreicht, welche in dem einzelnen Falle überhaupt erreichbar ist, dann hört die Vermehrung der vegetabilischen Substanz auf, während aber noch immer die auflöslichen mineralischen wie ammoniakalischen Stoffe aus dem Boden in die Pflanze übergehen; es vergrößert sich dann noch der absolute wie relative Stickstoffgehalt in der ganzen Pflanze, es nimmt in der Regel auch die Wassermenge zu; die aufgenommenen Nahrungsstoffe können aber nicht mehr vollständig verarbeitet werden, sie bleiben theilweise als unthätige Masse im Pflanzensafte aufgelöst zurück und bewirken, wenn sie immer aufs Neue nachdringen, eine krankhafte Ausbildung der ganzen Pflanze, ein Zurückgehen der Vegetation, eine Verminderung der Ernte in Quantität und Qualität. Die Mengenverhältnisse aber festzustellen, welche bei der Kultur gewisser Pflanzen bei der größten Quantität auch die möglichst beste Qualität der Erträge von Feld und Wiese unter gegebenen äußeren Bedingungen der Vegetation bewirken, das ist die höchste Aufgabe der Wissenschaft, eine Aufgabe, deren Lösung nur auf dem Wege des Versuches und durch das Mittel der chemischen Analyse, durch vereintes Wirken der Landwirthe und der Naturforscher angestrebt und erreicht werden kann.

Zweiter Abschnitt.

Bemerkungen über den intensiven Betrieb der Landwirthschaft.

Die intensive Landwirthschaft.

Die Praxis hat überall, in Handel, Industrie und Landwirthschaft, das Bestreben, aus dem im Geschäfte angelegten Capital der Arbeit wie des Geldes einen möglichst hohen Reingewinn zu ziehen. Die Mittel, durch welche das Ziel dieses Strebens auf dem Gebiete der Landwirthschaft erreicht wird, sind sehr verschiedener Art und werden bestimmt durch vielfach wechselnde äußere Verhältnisse; die letzteren sind maßgebend bei der Wahl eines zweckmäßigen Wirthschaftssystems und veranlassen einen mehr oder weniger **intensiven Betrieb** der **Landwirthschaft**. Die Nothwendigkeit einer möglichst intensiven Bewirthschaftung der Landgüter, durch welche man auf dem kleinsten Areale die höchsten Roherträge, die größte Masse an Nahrungsmitteln für Menschen und Vieh erbaut, macht sich besonders da geltend, wo die rasch zunehmende Dichtigkeit der Bevölkerung einerseits den Verkehr und den Transport erleichtert, andererseits aber die Nachfrage nach den landwirthschaftlichen Produkten vermehrt und somit die Preise der letzteren erhöht. Der extensiv betriebene Landbau, welcher die Anlage von bedeutenden Geldmitteln zur Verbesserung und Kräftigung des Bodens scheut und bei niedrigen Kulturkosten auch mit geringen Ernten sich begnügt, wird immer mehr auf die in Folge eigenthümlicher klimatischer oder Bodenverhältnisse dem Ackerbau überhaupt weniger günstigen und deshalb auch meist dünn bevölkerten Landschaften eingeschränkt, während in allen durch geistige Regsamkeit ausgezeichneten Ländern Europa's in der neuesten Zeit die schon vorhandenen und bekannten Hülfsmittel zum vortheilhaften und intensiven Betrieb der Landwirthschaft in immer größerem Umfange Anwendung finden und stets neue Wege aufgesucht und eröffnet werden, durch welche der Ackerboden zu einer höheren Fruchtbarkeit genöthigt werden kann:

denn nur auf diese Weise ist man im Stande, die gegen früher so bedeutend gesteigerten Bedürfnisse an Lebensmitteln, wie an vielfachen mit Hülfe der Landwirthschaft direkt oder indirekt erzeugten Luxusgegenständen zu befriedigen. In wie hohem Grade die Kenntniß und richtige Anwendung jener Hülfsmittel zur Erzielung besserer und größerer Ernten bereits an vielen Orten Verbreitung gefunden hat, ergibt sich deutlich aus dem Umstande, daß trotz der oft enormen Zunahme der Bevölkerung in den letzten Jahrzehnten dennoch in manchen Ländern eine verminderte Einfuhr von Getreide und Lebensmitteln aller Art stattgefunden hat; ja in vielen Fällen wird gerade die Schnelligkeit der Volkszunahme bedingt durch die Eröffnung und Benutzung neuer Hülfsquellen. für die Umwandlung der elementaren Bestandtheile der Luft und der Erde in solche Produkte des Pflanzenreiches, welche den thierischen Organismus zu ernähren und zu erhalten vermögen.

Aus statistischen Berechnungen ergibt sich, daß in 12 Provinzen des österreichischen Kaiserreiches die Bevölkerung in den Jahren 1818 bis 1840 um 24 Prc., in Würtemberg seit 1815 um 25, in Baiern von 1816 bis 1852 um 30, in Baden seit 1819 um 32, in Sachsen seit 1815 um 47 und in Preußen von 1816 bis 1846 um 52 Prc. gestiegen ist. Im Königreiche Preußen hat sich in den letzten 30 Jahren die Volkszahl von 11 bis über 16 Millionen Seelen gehoben; noch auffallender ist die rasche Zunahme der Bevölkerung in Großbritannien, wo im Jahre 1780 nur 9, gegenwärtig aber über 20 Millionen Menschen leben, es stieg dort die Bevölkerung von 1801 bis 1841 um über 60 Prc. Es ist klar, daß die Anforderungen an die Ertragsfähigkeit des Bodens nicht sowohl durch die absolute Zunahme der Bevölkerung bedeutend gesteigert werden, sondern vielmehr durch die relative Vermehrung der Volkszahl, nämlich in Bezug auf die Größe des Areals eines Landes oder in Bezug auf eine einzige Quadratmeile. In dieser Hinsicht nimmt das Königreich Sachsen vor allen anderen größeren und mittleren Staaten Deutschlands mit über 6500 Menschen auf jeder Quadratmeile entschieden den ersten Platz ein, während in Preußen nur 3500, in Würtemberg 4700 und im Großherzogthum Hessen (nächst Sachsen das am dichtesten bevölkerte Land) 5300 Menschen auf einer gleichen Fläche Platz und Beschäftigung finden. England und Wales erreichen mit 5900 Seelen pr. Quadratmeile beinahe die Dichtigkeit der Bevölkerung Sachsens, während dieselbe in Belgien mit fast 8000 Menschen auf dem Flächenraume einer einzigen Quadratmeile noch bedeutend höher sich erhebt.

In England und Schottland kommen auf 100 Einwohner 72 Hectaren produktiven Landes, in Sachsen nur 48, in Belgien 42; das Verhältniß des produktiven Landes zu dem Gesammtareal ist in diesen drei Staaten ziemlich

gleich. Sachsen ist also verhältnißmäßig dichter bevölkert als England und gleichwohl ist die Einfuhr an Getreide in dem ersteren Lande bedeutend geringer als in dem letzteren; es beträgt dieselbe im Durchschnitt pr. Kopf in England reichlich ³/₄, in Sachsen kaum ¹/₃ Hectoliter. Es scheint also hieraus zu folgen, daß die sächsischen Landwirthe intensiver wirthschaften als die englischen und auf einer gleichen Fläche reichlichere Ernten erzielen; es ist jedoch zu beachten, daß in England die Weide- und Wiesenflächen das pfluggängige Land überwiegen, während in Sachsen das umgekehrte Verhältniß stattfindet, und außerdem dort von dem pfluggängigen Lande ein weit größerer Theil für den Futterbau verwendet wird, als hier, so daß die Durchschnittserträge an Getreide in England wenigstens ebenso hoch sich herausstellen müssen als in Sachsen. In beiden Ländern aber sind die Erträge in Folge einer weit intensiveren Bewirthschaftung in den letzten 15 bis 20 Jahren beträchtlich gestiegen, wie z. B. für Sachsen aus dem Umstande sich ergibt, daß noch in den Jahren 1837 bis 1844 jährlich im Durchschnitt reichlich 1,200,000 oder pro Kopf etwa ²/₃ Hectoliter eingeführt werden mußten; seit jener Zeit ist die Volkszahl, damit auch die Menge der nothwendigen Lebensbedürfnisse und wahrscheinlich auch die Luxusconsumtion bedeutend gestiegen; gleichwohl hat sich die Getreidezufuhr um die Hälfte vermindert. Es befindet sich gegenwärtig Sachsen sogar mit Belgien hinsichtlich der Produktion an Getreide ziemlich auf gleicher Stufe, während noch im Jahre 1845 Belgien im Verhältniß zur Seelenzahl um ¹/₆ Getreide weniger einführte, dagegen um ¹/₇ stärker bevölkert war als Sachsen. Bedeutende Landstriche in Sachsen produciren jetzt zwei und drei Mal soviel an Getreide oder anderen Früchten, als vor 15 bis 20 Jahren, und voraussichtlich wird in kurzer Zeit die Getreideeinfuhr nach Sachsen ganz aufhören, ja hier vielleicht mehr Brodstoff producirt werden, als zur Ernährung der Bevölkerung nöthig ist. England producirte in den Jahren 1801 bis 1811 nur soviel Brodfrucht (Weizen), als hinreichend war, um 11 Millionen Menschen zu ernähren, während von 1841 bis 1851 nicht weniger als 17 Millionen Menschen mit inländischem Weizen ausreichend versorgt werden konnten.

Die erwähnten Thatsachen zeigen deutlich, daß in einigen Ländern die Produktivität des Ackers seit einigen Jahren bedeutend erhöht worden ist; vielfache Beispiele beweisen ferner, daß die schon jetzt erreichten Durchschnittserträge keineswegs die Grenze des überhaupt Erreichbaren bilden, es ist nicht zu bezweifeln, daß Deutschland wenigstens die doppelte Menge an landwirthschaftlichen Produkten erzeugen wird, wenn erst überall die intensive Kultur Eingang und namentlich die richtige Benutzung aller Hülfsquellen, welche der Landwirthschaft schon jetzt zu Gebote stehen, allgemeine Verbreitung gefunden

hat und nicht mehr wie gegenwärtig auf einzelne verhältnißmäßig kleine Landstriche des mittleren und südlichen Deutschlands beschränkt ist. Allerdings ist die Ertragsfähigkeit des Bodens nicht bis ins Unendliche zu erhöhen, sie ist begrenzt durch Hindernisse, welche aus dem Wege zu räumen nicht in der Gewalt des Menschen liegt, wenn er auch den nachtheiligen Einfluß derselben zu mäßigen und die Fruchtbarkeit der Ackerkrume weit höher zu steigern vermag, als man gewöhnlich für möglich zu halten geneigt ist. Die klimatischen, Witterungs- und Bodenverhältnisse bedingen überall den Erfolg des Ackerbaues, die Art und Varietät der kultivirten Frucht hat großen Einfluß auf die möglicherweise zu producirende Masse der Nährstoffe.

Als besonders hohe, wirklich erzielte Erträge werden in England und Nordamerika angegeben pro Hectar*):

Weizen	72 Hectoliter.	Bohnen . . .	63 Hectoliter.
Gerste	72 „	Kartoffeln . . .	30000 Kil.
Hafer	90 „	Turnipsrüben . .	80000 „
Mais	153 „	Heu	15000 „

Diese Zahlen bezeichnen so ziemlich die äußersten Grenzen, bis zu welchen die Fruchtbarkeit des Bodens in einzelnen Jahren unter besonders günstigen äußeren Verhältnissen gesteigert werden kann. Auch in Deutschland sind derartige Erträge nicht unerhört, da in Sachsen, Altenburg und namentlich in den fruchtbaren Niederungen des Rheinlandes von Ernten erzählt wird, welche pro Morgen über 30 Scheffel Weizen oder Gerste und bis 40 Scheffel Hafer, an Kartoffeln aber 150 Scheffel und an Rüben bis 500 Centner ergeben haben. Als mittlere Ernten gelten für Schottland und England, sowie für Belgien annähernd die folgenden Erträge, pro Hectar:

	England.	Belgien.
Weizen	24 Hectoliter.	18,4 Hectoliter.
Gerste	28 „	32,3 „
Hafer	33 „	31,2 „
Roggen	24 „	18,7 „
Kartoffeln	16800 Kil.	— „
Turnipsrüben	40000 „	— „

welche Ernteerträge die in Sachsen und in einigen anderen Ländern Deutschlands im Mittel erzielten Mengen an Körner- und Wurzelfrüchten keineswegs übertreffen.

*) Um die Anzahl Berliner Scheffel pro Magdeburger Morgen zu finden, multiplicirt man die Zahl der Hectoliter mit 0,46; man erhält dann z. B. 33¼ Berliner Scheffel Weizen pro Magdeburger Morgen.

Der intensive Ackerbau stützt sich vorzugsweise auf die sichere Basis
Naturwissenschaft; indem die letztere die Ursachen der in der Praxis auftreten-
den Erscheinungen erforscht, die Lösung aller praktisch wichtigen Fragen an-
bahnt und wirklich findet, deutet sie gleichzeitig auf immer neue Mittel hin,
welche geeignet sind, bei richtiger Anwendung die Ertragsfähigkeit des Bodens
mit Vortheil zu steigern; die Chemie steht dem Landwirth erklärend und för-
dernd zur Seite, ohne gründliche Kenntniß derselben kann landwirthschaftliche
Intelligenz nicht gedacht werden, sie bildet die Grundlage der Wissenschaft
des Ackerbaues und deren Bedeutung für die Praxis wird immer allgemeiner
erkannt und gewürdigt werden, je inniger sie sich an die letztere anschließt und
mit Benutzung der allgemeinen Erfahrungen die begründeten Anforderungen
des Landwirthes zu befriedigen, die von ihm gestellten Fragen zu beantworten
sucht. Die Chemie hat in der neuesten Zeit bereits mit Erfolg den angedeu-
teten Weg betreten, die Resultate von umfassenden und sorgfältig ausgeführten
Versuchsreihen und Untersuchungen werden auch in der hier begonnenen Ab-
theilung des vorliegenden Werkes uns befähigen, manche Erscheinungen in
ihren Ursachen richtiger aufzufassen und namentlich die naturgesetzlichen
Grundlagen des intensiv betriebenen Ackerbaues bestimmter
und klarer hinzustellen, als solches noch vor wenigen Jahren möglich war.
Daß die Naturwissenschaft des Ackerbaues auch hier vielfache Lücken darbieten
wird, daß auf ihrem Gebiete noch unendlich Vieles zu erforschen und zu
erklären übrig bleibt, bedarf keiner Erwähnung und ebenso wenig einer Ent-
schuldigung.

Die Mittel, durch welche man von dem Boden die reichlichsten Ernten
unter sorgfältiger Beachtung und richtiger Benutzung der vorhandenen äuße-
ren Verhältnisse auch die größten Reinerträge gewinnen kann, sind, allgemein
aufgefaßt, überaus einfach und doch bei der Verfolgung der speciellen Zwecke
der Landwirthschaft unendlich mannichfaltig. Ich will versuchen in dem
Folgenden die allgemeinen Grundlagen der intensiven Landwirthschaft zu ent-
wickeln, zugleich aber auch die hierauf bezüglichen praktisch wichtigen Fragen
von meinem Standpunkte aus einer näheren Erörterung unterwerfen. In
Deutschland wie in England verfährt der intensiv wirthschaftende Landwirth
nach folgenden allgemeinen Grundsätzen:

1. Er düngt reichlich und zu jeder Frucht in der geeigneten Weise; er
erhöht die Wirkung des Stallmistes durch Beidüngmittel, deren Menge und
Beschaffenheit nach dem jedesmaligen Zweck der Kultur, wie nach den vor-
handenen Boden- und klimatischen Verhältnissen zu bestimmen ist.

2. Er hält den Acker frei von allen Unkräutern, pflügt tief und gleich-
förmig und lockert den Untergrund.

3. Er beobachtet im Allgemeinen einen bestimmten Fruchtwechsel und führt im Speciellen solche Fruchtfolgen ein, welche ihm unter den gegebenen Umständen die reichlichsten Ernten, die größten pecuniären Vortheile gewähren.

4. Endlich entfernt er auf das Sorgfältigste den größten Feind der intensiven Kultur, die überflüssige und namentlich die stockende Nässe aus der Ackerkrume und dem Untergrunde.

Ich nehme hier, wie überall in diesem Werke, nur auf den eigentlichen Ackerbau Bezug, alle Erörterungen über die Viehzucht und Viehhaltung, wie über das landwirthschaftliche Maschinenwesen bleiben ausgeschlossen. Die Düngerlehre ist vom theoretischen und praktischen Gesichtspunkte aus im Vorhergehenden bereits ausführlich und nach allen Richtungen hin behandelt worden, nur in Betreff der Verwendung einzelner Düngmittel für gewisse Früchte und hinsichtlich des Einflusses der ersteren auf die chemische Beschaffenheit der letzteren werde ich weiter unten noch Einiges nachzutragen haben.

I. Die Entwässerung des Bodens.

Seit den ältesten Zeiten hat der Landwirth erkannt, daß nur dann die Kulturpflanzen freudig wachsen und gedeihen, daß überhaupt nur dann von einem lohnenden Ackerbau die Rede sein kann, wenn der Boden bis zu der gewöhnlich von den Wurzeln der Pflanzen erreichten Tiefe frei ist von übermäßiger und namentlich von stockender Feuchtigkeit; ein nasser, kalter und saurer Boden hat nicht die Fähigkeit, gute und gesunde Nahrungsstoffe für Menschen und Thiere zu produciren. Ueberall ist das Hauptaugenmerk des Landwirthes darauf gerichtet, dem besonders zu gewissen Zeiten des Jahres sich im Boden ansammelnden überschüssigen Wasser möglichst schnellen und vollständigen Abfluß zu verschaffen, sei es mit Hülfe von Furchen zwischen den Ackerbeeten, von schräg die letzteren durchschneidenden, tiefen oder flachen, offenen oder verdeckten Gräben und Abzügen aller Art. Trotz der vielfachen, der älteren Zeit angehörenden Bemühungen, nasse und schwammige Felder und Wiesen zu entwässern und dadurch einem gedeihlichen Ackerbau zugänglich zu machen, ist es doch erst in der neuesten Zeit gelungen, ein geeignetes und, was die Hauptsache ist, in seiner Anwendung verhältnißmäßig billiges Mittel zur vollständigen Trockenlegung des Bodens aufzufinden, welches Mittel darin besteht, daß unter Beachtung gewisser Regeln Röhren von gebranntem Thon hinreichend tief in den Boden hineingelegt werden. Seitdem die Entwässerung des Bodens mittelst gebrannter Thonröhren oder die Drainage in allen ihren praktischen Beziehungen voll-

kommen ausgebildet und nach dem Vorgange Englands auch bei uns in Deutschland Anerkennung und Eingang gefunden hat, sind die frühern Methoden zur Trockenlegung des Bodens mittelst unterirdischer Abzüge (Steindrains, Torfdrains, Ziegeldrains ꝛc.) fast ganz aufgegeben worden, so daß ich mich ausschließlich darauf beschränken kann, über jene im engeren Sinne des Wortes Drainage genannte Art der Entwässerung einige Beobachtungen, Erfahrungen und theoretische Erörterungen mitzutheilen.

A. Allgemeine Regeln und Erfahrungen bei Drainanlagen.

1. Es gibt zwei Gattungen von **Bodenarten, welche vorzugsweise der Trockenlegung bedürfen**, nämlich theils diejenigen, welche unmittelbar unter der Ackerkrume einen zähen, thonigen, eisenschüssigen und daher undurchlassenden Untergrund besitzen, theils aber die Bodenklassen, bei denen der Untergrund zwar porös, aber in etwas größerer Tiefe eine wasserdichte Schicht abgelagert ist, welche letztere nach verschiedenen Richtungen hin aufsteigt und bewirkt, daß das Wasser aus den weiteren Umgebungen sich wie in einem Bassin ansammelt und aus dem Untergrunde bis in die Ackerkrume hineingepreßt wird. In dem ersteren Falle ist es nur das Tagwasser oder die direkt auf die betreffende Fläche niederfallende atmosphärische Feuchtigkeit, welche zu einzelnen Zeiten des Jahres in zu großer Menge sich im Boden ansammelt und zum Nachtheil der Vegetation Kälte und Unthätigkeit erzeugt; in dem zweiten Falle muß aber außerdem das vorhandene Grund- und Quellwasser, welches stockende Nässe und dadurch die Bildung der Säure im Boden befördert, abgeleitet werden. In England und Schottland sind die thonigen, undurchlassenden Bodenarten im Allgemeinen mehr verbreitet als bei uns in Deutschland, an vielen Orten sind dort die atmosphärischen Niederschläge häufiger und stärker als hier, so daß aus diesem Grunde einerseits in jenem Lande die Nothwendigkeit der Trockenlegung ausgedehnter Flächen dringender auftritt, andererseits aber die Ansicht Verbreitung gefunden hat, daß die **vollständige Drainage** (thorough drainage) für alle Bodenarten ohne Ausnahme wünschenswerth und mit Vortheil anwendbar sei. Man will daher in England nicht allein Thon- und Lehmboden gedraint wissen, sondern behauptet die Vortheile dieser Bodenmelioration auch auf reinem Sandboden mit ganz durchlassendem Untergrunde vielfach beobachtet zu haben; es soll nämlich dadurch dem trocknen Sandboden Feuchtigkeit zugeführt und hierdurch das Verbrennen der Früchte in der heißen Jahreszeit verhindert werden, während solches auf dem ungedrainten Boden häufig vorkommt. In Deutschland geht man mit Recht vorsichtiger zu Werke, man begnügt sich vorläufig mit der Entwässerung der torfigen und thonigen Boden-

arten mit quelligem oder undurchlassendem Untergrunde; es werden zunächst die Stellen, welche am auffallendsten durch die Nässe leiden, trocken gelegt und nur nach und nach die vollständige Drainage über größere Flächen, ganze Fluren ausgedehnt.

Die Felder, welche nothwendig der Drainage bedürfen und die Kosten der letzteren durch erhöhte Fruchtbarkeit am schnellsten zu ersetzen im Stande sind, geben sich durch ihr Aussehen schon einem flüchtigen Blicken des Landwirthes oder des Drainers zu erkennen; gewisse Pflanzen deuten das Vorhandensein von stockender Nässe an, wie die sogenannten Ried- oder sauren Gräser, große Mengen von Ackerschachtelhalm, von Quecken, Sauerampfer, Moosen ꝛc., mehr noch die Unmöglichkeit einer rechtzeitigen Bestellung im Frühjahr und Herbste, das langsame Austrocknen des Bodens nach anhaltenden Regengüssen und besonders die vieljährige Erfahrung, daß hier stets nur überaus dürftige Ernten erzielt werden, während die angrenzenden Felder von fast gleicher Bodenbeschaffenheit, bei ähnlicher Düngung und Bestellung, viel reichlichere und vollkommenere Früchte produciren. Einen noch augenscheinlicheren Beweis von der Gegenwart stockender Nässe und der Nothwendigkeit der Drainage erhält man, wenn man an verschiedenen Stellen des betreffenden Feldes 5 bis 6 Fuß tiefe Löcher graben läßt und in denselben die nach dem Wechsel der Witterung steigende oder fallende Höhe der Wasserfläche beobachtet; steht das Wasser zu der Zeit, wo gewöhnlich die Herbst- oder Frühjahrsbestellung vorgenommen werden muß, bis 3 Fuß unter der Oberfläche der Ackerkrume, dann kann man mit Vincent die Drainage für wünschenswerth erklären, steigt das Wasser bis 2 Fuß oder der Oberfläche noch näher, dann möchte sie nothwendig und die Ausführung derselben sehr vortheilhaft sein.

2. Die Drainage oder die Entwässerung des Bodens mittelst gebrannter Thonröhren ist die billigste, dauerhafteste und dem Zwecke am meisten entsprechende Art der Trockenlegung der Felder und Wiesen. Daß durch die Drainage der Zweck derselben, nämlich die Erhöhung der Fruchtbarkeit des Bodens auf das Vollkommenste erreicht wird, soll im weiteren Verlaufe dieses Kapitels nachgewiesen werden; über die Dauerhaftigkeit der Drainanlagen, unter der Voraussetzung, daß gute Röhren angewandt und alle Arbeiten mit der nöthigen Sorgfalt ausgeführt werden, kann kein Zweifel herrschen, wenn mann bedenkt, daß gut gebrannte Thonsteine oder Röhren Jahrhunderte hindurch, ohne zu verwittern und zu zerfallen, im feuchten Erdboden sich erhalten. In England wurden schon vor 40 Jahren einzelne Versuche mit der Trockenlegung der Felder mittelst gebrannter Thonröhren angestellt und selbst in Deutschland in der Nähe von Leipzig wurde vor Kurzem

auf den Feldern eines Gutes ein System von Thonröhren aufgefunden, dessen Alter von dem jetzigen Besitzer nicht ermittelt werden konnte und wenigstens 50 bis 60 Jahre beträgt. Diese Röhren waren noch völlig unverändert, ebenso wie die Ziegeldrains, welche in Holland über 200 Jahre lang zur Ableitung des Wassers gedient haben; ja in Italien, Griechenland und Persien sind unversehrt erhaltene gebrannte Thonröhren ausgegraben worden, deren Alter nach Jahrtausenden geschätzt wird. Man wird daher bei uns, wie in England, aus passendem Thon bereitete und gut gebrannte Drainröhren in der zuversichtlichen Erwartung dem Boden anvertrauen können, daß sie für „ewige Zeiten" halten werden.

Die verhältnißmäßig große **Billigkeit der Drainanlagen** ist eine der Hauptursachen, daß dieselben fast überall schnell Eingang und Verbreitung finden. In England, wo die Tagelöhne meistens 3 Mal so hoch wie bei uns sind und außerdem Boden- und klimatische Verhältnisse oft eine dichtere Lage der Röhrenstränge oder die Anwendung von weiteren Röhren nöthig machen, wird die Fläche eines Hectars (beinahe gleich 4 Morgen) selten billiger als mit 65 bis 70 Thlr. gedraint, während nach glaubwürdigen Angaben in Belgien die Kosten auf ungefähr 45 Thlr. und in Deutschland durchschnittlich auf 24 bis 36 Thlr., nur in einzelnen Fällen bis 50 Thlr. und darüber sich belaufen. Im Speciellen maßgebend für die Höhe der Kosten von Drainanlagen sind natürlich Umstände mancherlei Art, wie namentlich die Beschaffenheit der Ackerkrume und des Untergrundes, die Lage des Terrains, die Uebung der Arbeiter, die Höhe der Tagelöhne, der Preis der Röhren, die Jahreszeit und die Art der Witterung &c. Alle anderen Methoden der Trockenlegung werden fast unter allen Verhältnissen einen ungleich größeren Kostenaufwand nöthig machen, z. B. die Anwendung der in früheren Zeiten gebräuchlichen Ziegeldrains, ja selbst die Steindrains möchten selten billiger herzustellen sein als die Röhrendrains, abgesehen davon, daß die letzteren vor den ersteren noch vielfache andere Vortheile gewähren und daher in neuester Zeit auch wirklich überall den Vorzug erhalten.

3. Die Dauerhaftigkeit der Röhren ist nur in dem Falle eine überaus große, wenn das **Material, aus welchem die Röhren verfertigt sind**, von passender Beschaffenheit war. Diejenigen Röhren werden wegen ihrer Festigkeit und Dauerhaftigkeit am meisten gesucht, welche im scharf gebrannten Zustande einen hellen Klang geben und ähnlich einer Porzellan- oder Steingutmasse im Bruch ein halbglasiges Aussehen haben. Früher glaubte man auf das Durchsickern des Wassers durch den porösen gebrannten Thon ein besonderes Gewicht legen zu müssen und suchte daher durch Beimischung von vegetabilischen Substanzen (Stroh, Sägespähne, Braunkohlen-

stückchen, Torfpulver ꝛc.) zu dem Thone die Porosität desselben im gebrannten Zustande zu erhöhen. Da aber durch jene Beimischungen die Haltbarkeit der Röhren wesentlich vermindert und außerdem der beabsichtigte Erfolg nur in sehr geringem Maße erreicht wurde, weil eine baldige Verstopfung der Poren stattfand, so hörte mit der geringen Nachfrage auch die Fabrikation dieser porösen Röhren sehr bald wieder auf. Gegenwärtig hält man mit Recht die Röhren für die besten, welche dicht und hart sind und daher einen großen Druck und starken Stoß vertragen, ohne zu zerbrechen. Die Festigkeit der Röhren wird beeinträchtigt, wenn der Thon, aus welchem sie verfertigt werden, zu viel Sand und Kalk enthält; bei zu hohem Sandgehalt ist der Thon mager und zeigt im gebrannten Zustande nur wenig Zusammenhang, er bröckelt und zerbricht bei geringem Drucke. Wenn der Kalk in sichtbaren Stückchen und Körnern dem Thone beigemischt ist, dann brennt er in der Hitze des Ofens zu Aetzkalk, welcher mit Wasser in Berührung erweicht, sich auflöst und zu der Bildung von größeren oder kleineren Löchern Veranlassung gibt, die wiederum Sand und Schlamm in die Röhren eindringen lassen und hierdurch eine Verstopfung der letzteren bewirken. Ein geringer und namentlich durch die ganze Masse des Thones gleichmäßig vertheilter Kalkgehalt ist keineswegs nachtheilig und wird sogar in England nicht selten absichtlich durch Anfeuchten des Thones mit Kalkwasser bewirkt, um dadurch des Zusammenschmelzen des Thones und des feinen Quarzsandes (Kieselsäure) zu befördern; ein zu großer Gehalt an fein zertheiltem Kalk tritt jedoch wieder störend auf, indem dann die Masse ebenso wie bei Gegenwart größerer Mengen von Alkalien und von Eisen zu leicht schmelzbar wird, die Röhren bei dem Brennen ihre Form und Regelmäßigkeit verlieren und somit unbrauchbar werden.

Die Güte des Thones und dessen Brauchbarkeit für die Fabrikation von Drainröhren wird im Allgemeinen von dem Praktiker schon nach den äußeren physikalischen Eigenschaften oder nach einigen direkten Versuchen im Brennofen bestimmt werden können; durch allerlei mechanische Operationen wird die etwa mangelhafte Beschaffenheit des Thones verbessert, wie durch Ueberwintern, Stampfen, Walzen, Pressen durch geeignete Siebe, Schlämmen, durch Vermischen mit zäherem Thon oder mit feinem Sande und sandigem Lehm ꝛc. Eine wichtige Beihülfe zur Erkennung der Güte des Thones bietet auch die chemische Analyse, namentlich seitdem Johnston in einer sehr umfassenden Arbeit hierzu die nöthigen Anhaltpunkte geliefert hat, aus welcher zum größeren Theil die im Folgenden mitgetheilten Analysen und Bemerkungen entlehnt sind.

Die chemische Zusammensetzung des Thones bedingt dessen Fähigkeit, mehr oder weniger leicht sich brennen zu

lassen, ferner den Grad der Schmelzbarkeit, die Textur und Festigkeit der Röhre. Der völlig reine Porzellan- oder Pfeifenthon besteht nur aus Kieselsäure und Thonerde, im frischen ungebrannten Zustande chemisch verbunden mit Wasser; es sind jedoch immer größere oder geringere Mengen von anderen Körpern zugegen, wodurch der Uebergang in die gemeinen Thonsorten bewirkt wird. Forchhammer hat folgende Porzellanerden untersucht:

	Schneeberg.	Meißen.	Halle.
Thonerde	37,57	36,37	22,00
Kieselsäure in chemischer Verbindung	44,30	46,46	27,96
Quarzsand	5,12	—	39,19
Eisen- und Manganoxyd und Magnesia	Spuren	1,22	1,57
Kohlensaurer Kalk	0,31	1,47	0,33
Kali	—	—	0,17
Wasser	13,02	13,61	7,43

Thonerde und Kieselsäure nebst dem fein zertheilten Quarzsande bilden zusammen die unschmelzbare Substanz des Thones, je größer der Gehalt an diesen Stoffen ist, desto mehr Hitze kann der Thon ertragen, ohne in den geschmolzenen Zustand überzugehen; die wechselnden Verhältnisse von Thonerde und Kieselsäure sind hierbei von geringer Bedeutung; der Porzellanthon von Schneeberg ist ohne weiteren Zusatz ebensowenig schmelzbar, als der Thon von Halle, beide Thonarten backen in der strengsten Hitze des Porzellanofens nur wenig zusammen.

Den Porzellanthonen zunächst stehen die sogenannten feuerfesten Thone, die meistens schon etwas größere Mengen von Eisen, Kalk etc. enthalten, wie die hier zusammengestellten Analysen englischer feuerfester Thone zeigen:

	Von Coal Island.	Von Stannington.	Von Howth.	Von [illegible]
Thonerde	30,8	40,9	23,20	43,6
Kieselsäure	46,2	43,0	67,96	53,4
Eisen- und Manganoxyd	8,4	Spuren	1,19	2,4
Kalk	—	1,3	3,23	0,6
Magnesia	—	0,1	0,63	—
Kali	0,4	—	—	—
Wasser	14,2	14,7	3,79	—

Wenn der Gehalt an Alkalien, alkalischen Erden und Metalloxyden noch höher steigt, so nähert sich der Thon hinsichtlich seiner Zusammensetzung und Schmelzbarkeit dem gewöhnlichen Glase, namentlich der Varietät des grünen Bouteillenglases, dessen Zusammensetzung eine chemische Analyse folgendermaßen angiebt:

Thonerde	10,4	70,8 Prc. unschmelzbare Substanz.
Kieselsäure	60,4	
Kali und Natron . .	3,2	
Kalk	20,7	
Baryt	0,9	
Magnesia	0,6	
Eisenoxyd	3,8	

Man kann den Grad der Schmelzbarkeit eines Thones durch dessen Gehalt an fremden Beimischungen (außer Thonerde, Kieselerde, Sand und Wasser) bezeichnen; wenn daher die Schmelzbarkeit der reinen Porzellanerde gleich 0 gesetzt wird, so erhält man für die ebengenannte Glassorte die Zahl 29,2; zwischen beiden Extremen, also zwischen 0 und 30 wird die Zusammensetzung, mithin auch die Schmelzbarkeit aller gewöhnlichen Thonarten variiren. Einige von den unter Johnston's Leitung ausgeführten Analysen schottischer Thone mögen hier noch in der Kürze Erwähnung finden.

Der Thon von Cuttle-hill, bei Dunfermline, wird gerühmt als vorzugsweise geeignet für die Fabrikation von Drainröhren; es ist ein blauer Alluvialthon, welcher sich roth brennt und frei von Steinen ist; bei 130° C. getrocknet enthält er:

Kieselsäure und sehr feinen Sand	64,14	77,68
Thonerde	13,54	
Eisenoxyd	7,57	
Kalk	1,90	
Magnesia	1,21	
Kali	1,86	
Natron	0,68	
Schwefelsäure	1,37	
Organische Substanz und Wasser	7,82	
	100,09	

Es enthält also dieser Thon, da das Wasser und die organische Substanz bei dem Brennen verflüchtigt werden, ungefähr 84 Prc. von unschmelzbaren Bestandtheilen, während einige Arten von böhmischem Glase bis 78 und 79 Prc. an unschmelzbarer Masse enthalten. Der Thon hinterläßt nach dem Schlämmen nur sehr wenig gröberen Sand, und die Vorzüge dieses Thones, namentlich seine Eigenschaft, schnell zu trocknen, beruht zum größen Theil darauf, daß der Quarzsand in einem sehr fein zertheilten Zustande zugegen ist.

Der Thon von Sherburn Hill, bei Durham, liefert ebenfalls vorzüglich schöne Röhren; er ist blau und enthält Steine untermischt, von welchen er mittelst Pressen durch ein Thonsieb befreit wird; einige von diesen Steinen bestehen aus blauem Kalkstein, aus welcher Ursache es sich zuweilen

ereignet, daß die Röhren nach dem Brennen und Aussetzen an die Lu[...]
Stücke zerfallen. Die Zusammensetzung einer Probe der gebrannten Rö[...]
war:

Kieselsäure	61,09	81,0
Thonerde	19,91	
Eisenoxyd	6,75	
Kalk	3,36	
Magnesia	2,38	
Kali und Natron	2,83	
Kohlensäure und Verlust	3,68	
	100,00	

Nach Abzug der Kohlensäure enthält der Thon 16 Prc. Beimischungen u[...]
84 Prc. unschmelzbare Bestandtheile, ganz ähnlich wie der Thon von [...]
hill.

Der Thon von Tullarone (Grafschaft Sligo in Irland) ist ein[...]
Alluvialablagerung, von blauer Farbe, etwas fleckig durch eingestreuten Eis[...]
ocher, hinreichend plastisch und gut zu bearbeiten:

Kieselsäure und feiner Sand	66,16	82,24
Thonerde	16,08	
Eisenoxyd	8,38	
Kalk und Magnesia	1,88	
Kali und Natron	1,83	
Organische Substanz und Wasser	4,89	
	99,22	

Im gebrannten Zustande enthält der Thon 86 Prc. unschmelzbare Subst[...]
und wird daher eine höhere Temperatur ertragen als die vorher erwähn[...]
Thonsorten.

Der Thon von Argaty, Stirlingshire, ist sehr plastisch, im natür[...]
lichen Zustande blau, aber nach dem Brennen roth; im wasserfreien Zu[...]
stande besteht er aus:

Kieselsäure, großentheils in chemischer Verbindung	49,24	78,34
Quarzsand (durch Schlämmen abgeschieden)	7,70	
Thonerde	21,40	
Eisenoxyd	15,85	
Kalk	1,26	
Magnesia	1,35	
Kali und Natron	3,39	
	100,19	

Der große Gehalt an Eisen bewirkt, daß dieser Thon ziemlich leicht schmilzt;
da aber der Gehalt an Thonerde ebenfalls bedeutend ist, so kann jener Uebel[...]
stand durch eine Beimischung von 10 Prc. Quarzsand gehoben und hierdurch

gleichzeitig die Zähigkeit des Thones vermindert, also die Verarbeitung desselben erleichtert werden.

Thone von The Burn, Forfarshire; zwei Sorten, von denen die eine blau, die andere roth gefärbt ist; beide sind steinig und enthalten viel Quarzsand. Der blaue Thon scheint hinreichend plastisch und zähe zu sein, um zu Röhren verarbeitet werden zu können, der rothe Thon möchte jedoch für diesen Zweck zu sandig sein. Die Zusammensetzung beider Thone war:

	Blauer Thon.	Rother Thon.
Quarzsand (durch Schlämmen getrennt) . .	30,30	62,50
Kieselsäure und ein wenig sehr feiner Sand .	35,99	12,59
Thonerde	19,29	15,04
Eisenoxyd	7,44	5,01
Kalk	1,42	0,85
Magnesia	1,26	1,34
Kali und Natron	4,21	2,25
	99,91	99,58

Der blaue Thon enthält 85,58, der rothe 90,13 Prc. an unschmelzbaren Bestandtheilen, beide sind daher nicht leicht der Gefahr des Schmelzens ausgesetzt. Die Zusammensetzung des rothen Thones ist noch aus dem Grunde bemerkenswerth, weil die Menge der Thonerde (15 Prc.) größer ist, als die der chemisch gebundenen Kieselsäure ($12^1/_2$ Prc.). Der rothe Thon ist zu mager, um direkt zur Fabrikation von Röhren verwendet zu werden, er muß vorher durch die Operation des Schlämmens von dem größeren Theile des Sandes befreit und dadurch in einen brauchbaren Zustand versetzt werden.

Thone von Berwickshire; zwei Thonsorten, etwas steinig, mit eingestreuten Partien von Ocher und Sandsteinfragmenten; keine Alluvialthone; beide brennen sich zu einer schön rothen Töpferwaare. Die Analyse ergab:

	Nr. 1.	Nr. 2.
Kieselsäure und sehr feiner Sand	59,37	49,52
Gröberer Sand, durch Schlämmen getrennt . . .	10,00	3,80
Thonerde	15,86	22,09
Eisenoxyd	5,34	8,27
Kalk	1,54	2,02
Magnesia	4,21	3,34
Kali und Natron	1,36	1,88
Organische Substanz und Wasser	2,18	7,55
	99,86	98,47

Nach Abzug der organischen Substanz und des Wassers beträgt die unschmelzbare Masse 87 Prc. in Nr. 1 und etwa 81 Prc. in Nr. 2; die erstere Sorte kann also einer höheren Temperatur widerstehen und bedarf keiner

besonderen Vorsicht bei seinem Brennen im Ofen. Dagegen enthält die Sorte Nr. 2 mehr Thonerde und weniger groben Sand als Nr. 1; eine Beimischung von 7 bis 10 Prc. Sand wird dessen Zähigkeit vermindern und zu gleicher Zeit die Schwerschmelzbarkeit erhöhen. Der Thon Nr. 2 bietet daher ein Beispiel von den Fällen, in welchen die Beimischung von Sand zu Thon in fast jeder Hinsicht vortheilhaft ist, besonders wenn man dünne und feste Thonröhren anzufertigen beabsichtigt.

Vier Thonsorten aus Forfarshire. Nur der obere Theil von Nr. 1 war ziemlich gleichförmig in der Textur und frei von kleinen harten Klumpen, und nur bei dieser Sorte möchte die Nothwendigkeit des Durchwinterns nicht vorhanden sein; die übrigen Thone waren nicht allein blätterig und streifig, sondern auch voll kleiner harter Klöße, und besaßen deshalb nur geringe Plasticität oder Zähigkeit. Die Analyse zeigte folgende Bestandtheile:

	1. Obere Schicht.	1. Untere Schicht.	2.	3.	4.
Kieselsäure und sehr feiner Quarzsand	66,04	60,63	64,25	71,17	61,77
Sand, durch Schlämmen getrennt	2,35	2,30	2,21	2,98	10,90
Thonerde	10,84	11,45	14,52	10,10	10,05
Eisenoxyde	7,13	6,93	5,89	4,09	5,93
Kalk, Magnesia, Kali u. Natron	8,76	10,66	7,49	5,90	7,56
Organische Substanz u. Wasser	4,16	6,88	4,50	4,47	3,71
	99,28	98,85	98,86	98,71	99,92
Unschmelzbare Substanz im geglühten Zustande	82½	79½	84½	88	85¼

Je schwerer schmelzbar ein Thon ist, desto besser eignet er sich für leichte, dünne Waaren, welche in sehr heftigem Feuer leicht in Fluß gerathen; es wird daher, bei übrigens gleichen Eigenschaften, für die Fabrikation gewöhnlicher Drainröhren Nr. 3 vor den andern Thonsorten den Vorzug verdienen. Die hier genannten Thone lieferten bei vorsichtiger Behandlung nach dem Brennen gute Röhren, nur bei zu heftigem Feuer fand, in Folge des ziemlich hohen Gehaltes an Eisen, Kalk, Kali etc., ein Zusammenschmelzen statt. Die Schmelzbarkeit dieser Thone konnte nicht, wie in vielen anderen Fällen, durch Beimischung von Quarzsand vermindert werden, da die Thone an sich schon so mager waren, daß das Pressen der Röhren und das Trocknen derselben mehr als gewöhnliche Vorsicht erforderte. Dieser geringe Grad von Plasticität wird schon durch den niedrigen Gehalt an Thonerde angedeutet, welcher Bestandtheil, je nachdem er in größerer oder geringerer Menge zugegen ist, den Grad der Zähigkeit des Thones großentheils bestimmt.

Die mitgetheilten Analysen und Bemerkungen genügen, und mit Johnston hinsichtlich des chemischen Charakters der für die Anfertigung von Drainröhren geeigneten Thone einige allgemeine Regeln aufzustellen, nämlich:

a. Bei hinreichender Plasticität und Zähigkeit ist ein Thon um so weniger schmelzbar, je größer dessen Gehalt an Kieselsäure und Thonerde ist. In Thonarten von mittlerer Güte beträgt die Menge jener beiden Substanzen, nach Abzug des Wassers, etwa 85 Prc. Mehrfache Versuche beweisen, daß das Material zur Anfertigung von Röhren mittelst der bekannten Maschinen nur sehr geringe Zähigkeit zu besitzen braucht, wenn die nöthigen Vorsichtsmaßregeln beobachtet werden, um das Zerbrechen der Röhren vor dem Brennen zu hindern.

b. Der Zusammenhang, die Zähigkeit des Thones ist vorzugsweise bedingt durch dessen Gehalt an Thonerde. Die zuletzt erwähnten Thone aus Forfarshire enthielten nur 10 Prc. Thonerde und da jene Thone in der That sehr mager waren, so kann man vielleicht diesen Gehalt als die äußerste Grenze betrachten, bei welcher der Thon noch brauchbar ist. Einige Thone enthalten bis zu 30 Prc. Thonerde, während die durchschnittliche Menge in den besseren und am meisten verarbeiteten Thonsorten wahrscheinlich zwischen 17 und 20 Prc. beträgt.

c. Im hohen Grade wird die Güte des Thones bedingt durch den Zustand, in welchem ein größerer oder geringerer Theil der Kieselsäure zugegen ist. Je gröber der Sand ist, desto geringere Zähigkeit besitzt der Thon. Wenn die Kieselsäure, obgleich nicht chemisch gebunden, aber sehr fein zertheilt ist, dann wird man einen viel höheren Grad von Zusammenhang bemerken, als aus der Menge der Thonerde allein sich ergeben würde. Die Fettigkeit des Thones ist also abhängig theils von dem Gehalt an Thonerde, theils von der Zertheilung der Kieselsubstanzen.

d. Der Thon, welcher am reichsten an unschmelzbaren Bestandtheilen ist, eignet sich, bei übrigens günstigen Eigenschaften, am meisten zur Fabrikation von dünnen und haltbaren Röhren.

e. Je mehr Kalk und Eisenoxyd der Thon enthält, desto schmelzbarer ist er, aber um so leichter und daher billiger läßt er sich brennen. Ein geringer Zusatz von Kalk zu einem sehr schwerschmelzbaren Thon wird das Brennen erleichtern und die Kosten der Fabrikation vermindern, während zu gleicher Zeit die Röhre fester wird und ein glatteres Aussehen erhält.

4. Mittelst einer geeigneten Schablone kann man den Röhren beim Pressen fast jede beliebige Form geben und in der That hat man in England vielfach verschiedene Gestalten versuchsweise angewandt, nämlich Röh-

ren, deren Durchschnitt eine eckige, ovale, eiförmige oder kreisrunde Figur bildete. Man ist wohl gegenwärtig allgemein zu der Ueberzeugung gelangt, daß die passendste Form bei den runden Röhren gegeben ist; diese sind am billigsten aus verschiedenen, selbst ziemlich mageren Thonsorten herzustellen, weil sie am meisten Festigkeit haben und daher dem Zerbrechen am wenigsten ausgesetzt sind; sie erfordern bei dem Legen verhältnißmäßig den geringsten Aufwand an Zeit und Vorsicht, gestatten, daß die untere Weite des Grabens sehr eng sein kann, wodurch ebenfalls an Kosten gespart wird, und außerdem leiten sie in einer bestimmten Zeit unter sonst gleichen Umständen die größte Menge Wasser ab, weil die Kreisfigur von allen Formen bei dem geringsten Umfange den größten Flächeninhalt besitzt und also jene Röhren den Lauf des Wassers durch Friktion an den Wandungen am wenigsten verlangsamen. Häufig hat man den runden Röhren durch Sohlen, Rippen oder zacken- und wellenförmige Abschnitte eine festere Lage in den Gräben zu verschaffen gesucht, dadurch aber keineswegs den gewünschten Zweck erreicht, denn abgesehen von der hierdurch bewirkten Vertheuerung der Röhrenfabrikation wird die Form von derartigen Röhren durch Verziehen bei dem Trocknen und Brennen leicht verändert und so das möglichst dichte Aneinanderlegen derselben bedeutend erschwert, wozu noch kommt, daß die Anwendung von Muffen, wodurch allein eine feste und völlig gesicherte Lage bewirkt werden kann, unmöglich wird.

Die Länge der Röhren wechselt zwischen 1 Fuß bis höchstens 1½ Fuß (30 bis 45 Centimeter); natürlich wird es bei längeren Röhren um so schwieriger, das Brechen und Verziehen derselben zu verhindern, so daß auch die Beschaffenheit des Thones bei der Bestimmung der Länge Beachtung verdient. Der geringe Vortheil, welcher bei 1½ Fuß langen Röhren durch Ersparniß an Arbeit bei dem Legen, durch die geringere Anzahl von Röhren wie von Muffen, welche für eine bestimmte Fläche nöthig ist, erzielt wird, wird reichlich durch den angedeuteten Uebelstand wieder aufgehoben, während zu gleicher Zeit der Abfluß des Wassers verlangsamt werden muß, wenn die Zahl der Stoßfugen, durch welche das Wasser in die Röhren eindringt, eine geringere wird. Die in Deutschland verfertigten Röhren haben fast sämmtlich die passende Länge von reichlich 1 Fuß, von etwa 14 Zoll.

Der Durchmesser, die lichte Weite der Röhren ist unter den verschiedenen Verhältnissen der Drainage ein sehr verschiedener und richtet sich hauptsächlich nach der Menge des Wassers, welche in einer bestimmten Zeit von der betreffenden Fläche fortgeführt werden muß. Da mit der Zunahme des Durchmessers auch die Schwere der Röhren und also die Transportkosten, vorzugsweise aber der Ankaufspreis sehr bedeutend erhöht wird, so sind die Bestimmungen über die zweckmäßigste Weite der Röhren in praktischer Hinsicht

von hoher Wichtigkeit. Die höheren Kosten der in früherer Zeit ausgeführten Drainanlagen sind gerade zum großen Theil darin begründet, daß man glaubte, Röhren von größerem Durchmesser anwenden zu müssen, als gegenwärtig nach sorgfältigen Beobachtungen und vielfachen Erfahrungen als zweckmäßig erkannt worden ist. Je größer das Gefälle ist, desto schneller wird das überschüssige Wasser aus dem Boden abgeleitet, desto engere Röhren können Anwendung finden, wo eine bestimmte Menge Wasser in einer gewissen Zeit entfernt werden soll. Kennt man daher diese Wassermenge und die Stärke des Gefälles, welche man dem betreffenden Röhrenstrange geben kann, so wird man hiernach das Minimum der erforderlichen Weite der Röhren bestimmen können. Um die Wassermenge kennen zu lernen, welche an einem Orte im Mittel niederfällt, sind vieljährige Beobachtungen nöthig, wie sie bereits an vielen Orten Deutschlands angestellt worden sind; während des Sommers verdunstet auf einer mit Pflanzen bedeckten Fläche fast die ganze Menge des niedergefallenen Regenwassers, während in den kälteren Monaten des Herbstes und des Frühjahres jene Verdunstung nur sehr langsam stattfindet (vergl. unten die Beobachtungen von Dickinson), und gerade in diesen Monaten ist ein schnelles Abtrocknen des Feldes vorzugsweise nothwendig, welches eben durch Drainanlagen bewirkt werden soll. Der Regenfall eines Monats steigt in den kälteren Zeiten des Jahres höchstens bis zu 4 Zoll; soll die Wassermenge in $^1/_2$ Monat abgeführt werden, so würde an jedem Tage $^1/_4$ Zoll Höhe davon abfließen müssen oder 0,00625 Cubikfuß in jeder Secunde von 1 Morgen (reichlich $^1/_4$ Hectare) Fläche. Zur näheren Begründung dieser Zahl bemerkt Vincent, der auf die Wichtigkeit des hier angedeuteten Gegenstandes besonders aufmerksam gemacht hat: „Direkte Messungen haben ergeben, daß die Menge des abfließenden Wassers von 10 Morgen in jeder Secunde im November 1850 bei abwechselnd nassem und trocknem Wetter 0,02 Cubikfuß betrug und bis 0,08 Cubikfuß nach anhaltend starkem Regen stieg. Dies Maximum war aber nach 24 Stunden schon wieder bis auf 0,04 Cubikfuß in der Secunde herabgesunken. Es erscheint dabei fraglich, ob es nicht vortheilhafter gewesen wäre, wenn das Wasser etwas längere Zeit zum Ablaufen gebraucht und die Drains es etwas weniger schnell abgeführt hätten, denn es ist sogar trübe abgegangen, hat also bei dem rapiden Durchgehen durch den Boden nicht allein lösliche Salze mitgenommen, sondern sogar gröbere Sinkstoffe mechanisch mit fortgerissen. Deshalb scheint die zuerst angegebene Wassermenge von 0,00625 Cubikfuß per Morgen und Secunde nicht zu gering angenommen und den Vorzug zu verdienen.“ Mit Zugrundelegung dieser Zahl hat Vincent Tabellen berechnet, nach welchen die Weite der Röhren zu bestimmen ist, bei verschiedener Ausdehnung der zu entwässern-

den Flächen und also für größere oder kleinere Wassermengen und für
Wechsel des Gefälles von 8 Fuß bis zu 4 Zoll auf 100 Ruthen Länge.
bekannte englische Ingenier Parkes zieht nur einfach die Quadrat
aus der Anzahl der Acres, von denen das Wasser mittelst eines Haupt
fortgeleitet werden soll, und die so erhaltene Zahl gibt den Durchmesse
Röhre an der Ausmündung des Hauptdrains nach Zollen an; nach den
ren Enden des Hauptdrains vermindern sich die Dimensionen der Rö
während zu den Neben- oder Saugdrains noch engere Röhren verwende
den. Zu den Nebendrains werden fast überall nur einzöllige Röhren ge
men, zu den Haupt- oder Sammeldrains in England je nach den Umstä
Röhren von 2 bis zu 7 Zoll Weite; in Deutschland und Belgien ver
man selten Röhren von größerer Weite als 3 Zoll und wo sehr große W
mengen abgeleitet werden sollen, legt man lieber zwei Röhrenstränge ne
einander, wodurch dieser Zweck ebensogut und meist bequemer und bill
erreicht wird, als wenn man sich sehr weiter Röhren bedienen wollte.

5. Drainanlagen sind nur an solchen Orten auszuführen, wo man
einzelnen Röhrensträngen das nöthige Gefälle geben und außerdem
abzuleitenden Wasser die Möglichkeit verschaffen kann, nach dem Ausm
aus den Mündungen der Hauptdrains ohne Nachtheil für die Nachbarlä
reien fortzufließen. Der Mangel an sogenannter Vorfluth verhindert oft
Ausführung der hier besprochenen Art der Bodenmelioration, auch wenn m
den Röhrensträngen selbst das nöthige Gefälle geben könnte. In letz
Hinsicht ist zunächst die Bodenbeschaffenheit maßgebend, ob dieselbe näm
ein mehr oder weniger leichtes Verstopfen der Röhren befürchten läßt, wel
namentlich bei Gegenwart von vielem Triebsand im Untergrunde stattfinde
Das in den Röhren fortlaufende Wasser muß die Kraft haben, den etwa ei
gedrungenen Sand wegzuspülen, mit sich fortzureißen. Bei gleichem Gefä
richtet sich die Geschwindigkeit des abfließenden Wassers nach dem Durchme
der Röhren; in den weiteren Röhren ist dieselbe größer als in den enge
den letzteren muß man daher ein größeres Gefälle geben, als den ersteren,
wenn man in beiderlei Röhren eine gleiche Geschwindigkeit des Wassers be-
wirken will. Man hat gefunden, daß das Wasser wenigstens mit einer Ge-
schwindigkeit von 1/2 Fuß pr. Secunde in den Röhren sich fortbewegen muß,
wenn es noch Kraft genug haben soll, um den Sand hinauszuschwemmen;
die Richtigkeit dieser Annahme vorausgesetzt, ergibt sich nach Vincent als
das geringste zulässige Gefälle auf auf 100 Ruthen Länge für 1zöllige Röhren
4 Fuß, für 1 1/2zöllige 3 Fuß, für 2zöllige 2 Fuß, für 3zöllige 1 1/2 Fuß und
für 6zöllige Röhren 8 Zoll.

6. Auch über die zulässige Länge der Röhrenstränge verban

wir **Vincent** einige genauere Angaben und Erörterungen. An dem oberen Ende der Saugdrains ist die engste Röhre weit genug, jemehr aber die Zahl der Stoßfugen sich vergrößert, desto größer wird auch die Menge des eindringenden Wassers und steigt bis zu dem Punkte, wo die Röhren ganz voll laufen; von diesem Punkte an wird kein Wasser mehr aufgenommen, sogar ein Theil durch das nachdringende Wasser durch die Stoßfugen wieder hinausgepreßt werden und die Fortsetzung des Röhrenstranges um so weniger zur Entwässerung der betreffenden Ackerfläche beitragen, als mit dem Weiterfließen des Wassers die Reibung an den Wandungen stets vergrößert und damit die Geschwindigkeit des Wasserabflusses vermindert werden würde. Es muß vielmehr bei Fortsetzung des Röhrenstranges von jenem Punkte aus die Anwendung von weiteren Röhren stattfinden. Um nun die Länge der Röhren unter den gewöhnlich vorhandenen Verhältnissen zu bestimmen, verfährt **Vincent** folgendermaßen: „Es läßt sich die Wassermenge berechnen, welche Röhren von einem bestimmten Durchmesser pr. Secunde ausgeben. Ebenso läßt sich die Größe der Fläche bestimmen, von welcher eine jener gleiche Wassermenge gleichfalls in einer Secunde muß abgeführt werden können. Die einfache Division der Quadratruthen dieser Fläche durch die Entfernung der Drains von einander ergibt als Quotienten die zulässige Länge einer Röhre von der angenommenen Weite.“ Beachtet man den Umstand, daß in gewissen Abschnitten Röhren von größerem Durchmesser anzuwenden sind, so kann die Länge der Stränge bei dem nöthigen Gefälle in der That jede beliebige sein; jedoch wird man in der Wirklichkeit wohl selten längere Stränge als von 800 bis 1000 Fuß zu legen nöthig haben.

Vincent hat für 1 bis 9zöllige Röhren, für verschiedene Gefälle und Entfernungen der Drains die zulässige Länge der letzteren berechnet und darüber ausführliche Tabellen mitgetheilt, denen ich hier die folgenden Angaben entlehne:

Entfernung der Drains.	Gefälle auf 100 Ruthen.	Zulässige Länge der Leitung für Röhren von 1 Zoll.	1½ Zoll.	2 Zoll.	3 Zoll.
3 Ruthen	8 Fuß	38 Ruthen	103 Ruthen	210 Ruthen	581 Ruthen.
	6 „	33 „	89 „	182 „	502 „
	4 „	27 „	73 „	149 „	409 „
	2 „	19 „	51 „	105 „	290 „
4 Ruthen	8 „	29 „	77 „	158 „	436 „
	6 „	24½ „	67 „	137 „	376 „
	4 „	20 „	55 „	112 „	307 „
	2 „	14 „	38 „	79 „	217 „

Entfernung der Drains.	Gefälle auf 100 Ruthen.	Zulässige Länge der Leitung für Röhren von 1 Zoll.	1½ Zoll.	2 Zoll.	3 Zoll.
5 Ruthen	8 Fuß	23 Ruthen	62 Ruthen	126 Ruthen	348 Ruthen
	6 „	19½ „	53 „	109 „	301 „
	4 „	16 „	43 „	89 „	245 „
	2 „	11½ „	31 „	63 „	174 „
6 Ruthen	8 „	19 „	51 „	105 „	290 „
	6 „	16 „	45 „	91 „	251 „
	4 „	13 „	36 „	74 „	205 „
	2 „	9½ „	25 „	52 „	145 „
8 Ruthen	8 „	14 „	38 „	79 „	218 „
	6 „	12 „	33 „	68 „	188 „
	4 „	10 „	27 „	56 „	154 „
	2 „	7 „	19 „	39 „	109 „

7. Fast allgemein ist man gegenwärtig darin einverstanden, daß die Leitungen der Saugdrains in der *Richtung des größten Gefälles* gelegt werden müssen, während man früher häufig der entgegengesetzten Ansicht war und die Drains das größte Gefälle des Terrains schräg durchschneiden ließ. Die Unzweckmäßigkeit der zuletzt erwähnten Art der Drainanlage leuchtet ein, da in diesem Falle die Drains nur nach der einen Seite, nach oben hin wirken, deshalb eine größere Anzahl derselben auf einer gleichen Fläche nöthig wird und außerdem das von oben eingedrungene Wasser vermöge seiner Schwerkraft auf der andern Seite durch die Stoßfugen zum Theil wieder ausfließen und in den Erdboden hineinsickern muß. Die gerade bergab gehenden Drains ziehen dagegen von beiden Seiten, also von einer ungleich größeren Fläche das Wasser an und führen dasselbe schon in Folge des stärkeren Gefälles schnell und vollständig fort. Nur in einem Falle verdienen die schräg das größte Gefälle durchschneidenden Leitungen den Vorzug, wenn nämlich ein an sich trocknes Feld durch Schwitzwasser von höher gelegenen Flächen her feucht erhalten wird und wenn die wasserführende Schicht der Oberfläche nahe genug liegt, um von der Röhrenleitung durchschnitten werden zu können; in diesem Falle wird das Wasser durch einen schräg den Abhang durchschneidenden Drain abgefaßt und fortgeleitet, ehe es mit der tiefer liegenden Fläche in Berührung kommt.

8. Ueber die passende *Tiefe der Drains* sind die Ansichten immer noch getheilt, obgleich man in neuerer Zeit, seitdem man über die Erfolge der Drainage überhaupt mehrere Erfahrungen gesammelt hat, sowie aus theoretischen Gründen den tieferen Drains vor den früher angewandten flachen ziemlich allgemein den Vorzug zu geben scheint, wozu noch vorzugsweise der Umstand mitgewirkt hat, daß die Anwendung von verhältnißmäßig tiefen Drains die Kosten der ganzen Melioration bedeutend vermindert. Man

glaubte früher, daß die tiefer als 2 Fuß liegenden Drains in der heißen Jahreszeit leicht ein dem Wachsthum der Pflanzen nachtheiliges Austrocknen des Bodens bewirkten und andrerseits bei anhaltendem oder heftigem Regen das Wasser nicht schnell genug ableiteten, indem namentlich bei undurchlassendem Untergrunde dieser dem Durchsickern des Wassers zu großen Widerstand entgegensetzte. Derartige Befürchtungen haben sich als völlig unbegründet herausgestellt, man hat im Gegentheil fast überall beobachtet, daß gerade aus tieferen Drains das Wasser nach einem heftigen Regen weit rascher abfließt, indem durch die höhere Wassersäule auch der hydrostatische Druck vermehrt und somit dem Wasser eine größere Geschwindigkeit ertheilt wird. Auch direkte Beobachtungen bestätigen diese Thatsache; ein englischer Landwirth, Hammond, berichtet, daß am 17. Februar 1844 aus einem 4 Fuß tiefen Drain 4 Quart Wasser abfloß, während in demselben Zeitraum ein 3 Fuß tiefer Drain nur 2½ Quart lieferte, obgleich beide in gleichen Entfernungen angelegt waren; es wirkten keine Quellen auf dieses Resultat ein, die Drains gaben nur Regenwasser. Ebenso ist ein leichteres Austrocknen des Bodens im Sommer in Folge von tieferen Drains nicht zu befürchten, da das Wasser vermöge der Capillarität des Bodens leicht bis zu den Pflanzenwurzeln sich erhebt; es wird im Gegentheil durch die tiefere Lage der Röhren ein größeres Reservoir für die dem Boden anhaftende Feuchtigkeit gebildet, welche dem Zutritt der atmosphärischen Gase und Dünste nicht hinderlich ist und gerade in diesem Zustande dem Wachsthum der Kulturpflanzen besonders zusagt, während die letzteren allen Beobachtungen zufolge nicht vollkommen gedeihen und sich entwickeln, wenn das Grundwasser bis 2 Fuß unter der Oberfläche steht, dadurch das tiefere Eindringen der Pflanzenwurzeln verhindert und außerdem den oberen Schichten der Ackerkrume in Folge der stattfindenden Verdunstung Kälte zuführt. In einem lehmigen Boden bewirkt die Capillaranziehung desselben, daß das Wasser oft bis 18 Zoll hoch über die Drainröhren sich erhebt, so daß also bis zu dieser Höhe eigentlich keine vollständige Entwässerung stattfindet und die letztere bei einer Tiefe der Drains von 4 Fuß nur auf eine 2½ Fuß dicke Erdschicht sich erstreckt; da nun bei intensiver Kultur durch Spat- und Untergrundpflügen der Boden nicht selten bis zu einer Tiefe von 20 Zoll und darüber aufgelockert, und auf solche Weise ein noch tieferes Eindringen der Pflanzenwurzeln bewirkt wird, so ergibt sich, daß die Anlegung von flacheren Drains einer intensiven Bewirthschaftung des Feldes hindernd entgegentritt, ja die letztere in vielen Fällen unmöglich macht. „Eine größere Tiefe schadet niemals, man war noch nie genöthigt eine Drainage zweimal zu machen wegen zu tiefer Gräben, aber sehr oft mußten die Anlagen mit großen Kosten verändert werden, weil sie ursprünglich zu seicht gemacht waren." Auch

in Deutschland liegen bereits zahlreiche Erfahrungen vor, welche die Rich-
tigkeit des obigen Ausspruches von Parkes bestätigen; so hat man an vielen
Orten, wo man mittelst Steindrain von 2 Fuß Tiefe die Trockenlegung der
Felder zu bewirken versucht hatte, in späterer Zeit bis 4 Fuß tiefe Röhren-
stränge legen müssen, weil die ersteren nicht die erwartete Wirkung zeigten.
Rohde berichtet über einen bei Eldena beobachteten Fall, wo auf einem sehr
nassen Felde die Drains $2^1/_2$ Fuß tief in einer Entfernung von nur 2 Ruthen
gelegt waren und gleichwohl keine hinreichende Entwässerung der Fläche be-
wirkt hatten; es trat bei feuchter Witterung eine Vereinigung des ober- und
unterirdischen Wassers zum großen Nachtheil der Vegetation ein, welche die
zu flach liegenden Drains nur in einer Entfernung von 3 bis 4 Fuß zu
unterbrechen im Stande waren; erst als zwischen jene Drains $3^1/_2$ Fuß tiefe
Röhrenstränge gelegt wurden, war der erwähnte Uebelstand vollständig geho-
ben; diese tieferen Drains haben ein Jahr hindurch ohne Aufhören Wasser
abgeleitet, während die flachen Drains nur bei anhaltendem Regenwetter
tropfenweise etwas Wasser ergossen und deshalb ganz entfernt werden konnten.
Bei weniger feucht und flach gelegenem Boden können allerdings $2^1/_2$ Fuß
tief und eng gelegte Drains schon eine günstige Wirkung äußern; im Allge-
meinen aber kann man behaupten, daß die Drainage nur dann lohnend und
vortheilhaft sein wird, wenn die Röhren höchstens ausnahmsweise, auf kurzen
Strecken, $2^1/_2$ Fuß tief gelegt zu werden brauchen; als Regel muß eine Tiefe
von 3 bis 5, im Mittel 4 Fuß betrachtet werden, nur bei dieser Tiefe ist ein
sicherer Erfolg zu erwarten und außerdem keine Gefahr vorhanden, daß mit
dem Drainwasser auch werthvolle pflanzenernährende Substanzen in bemer-
kenswerther Menge dem Boden entführt werden, wie weiter unten noch näher
erörtert werden soll.

Nur in seltenen Fällen hat man gefunden, daß eine flachere Röhrenlage
vor der tieferen wirklich den Vorzug verdient; wo nämlich die Ackerkrume flach
und dünn ist, der Untergrund aus einem undurchlassenden Thon besteht und
außerdem häufige atmosphärische Niederschläge stattfinden, unter solchen Ver-
hältnissen hat man in Cornwall die Erfahrung gemacht, daß es zweckmäßig
sei, die Röhren flach, aber nahe an einander zu legen. Ob aber hier die An-
wendung eines doppelten Röhrensystems, wie Lord Wharncliffe in Vor-
schlag gebracht hat, eines tiefen mit weiten Zwischenräumen und eines flachen
mit geringerer Entfernung der Röhrenstränge auch bei uns Nachahmung ver-
dient, möchte wohl wegen der bedeutenden Kosten solcher Anlagen bei einer
an sich ungünstigen Bodenbeschaffenheit mehr wie zweifelhaft sein.

9. Die größere oder geringere Entfernung der Drains wird zu-
nächst bedingt durch die Beschaffenheit des Bodens und durch die Tiefe, in

welcher man die Röhren zu legen gedenkt. In England hat man im Allgemeinen einen Boden zu kultiviren, der zähe, widerspänstig und gegen Wasser sehr undurchlassend ist, während bei uns, wenigstens im Flachlande, poröse Bodenarten mehr verbreitet sind und selbst der Thonboden, welcher nebst dem sauren Moorboden vorzugsweise der Drainage bedarf, durch Beimischung von Sand einen geringeren Grad von Dichtigkeit besitzt und daher auch nicht völlig undurchlassend ist. Man legt daher in Deutschland die Röhrenstränge häufig zuerst in weiterer Entfernung von einander, beobachtet sodann die Wirkung dieser Drainage in den nachfolgenden Jahren und bringt erst später an den Stellen, wo die Trockenlegung nicht hinreichend erzielt wurde, durch Vermehrung der Röhrenstränge die ganze Anlage zur Vollendung. Aus diesem Grunde, weil nämlich schon die Bodenbeschaffenheit bei uns eine weitere Lage der Röhren gestatten und man außerdem gewöhnlich lieber zu weit als zu eng drainirt, wird die Drainage überhaupt in Deutschland meistens viel billiger ausgeführt als in England, auch wenn man die Verschiedenheit der Arbeitslöhne nicht weiter in Anschlag bringt. Der belgische Ingenieur Leclerc gibt nach englischen Erfahrungen für verschiedene Bodenarten folgende Entfernungen der Drains an:

Bodenart.	Geringste Entfernung der Drains.	Größte Entfernung der Drains.
Sandboden	48 Fuß	65 Fuß
Torfboden	36 „	45 „
Thonboden mit Sand oder Kies vermischt .	32 „	48 „
Gleichartiger Thonboden	22 „	32 „
Kalk- und Kreideboden	18 „	34 „

Im Westen Schottlands, wo die atmosphärischen Niederschläge sehr häufig und anhaltend sind (jährlich bis 50 und selbst 60 Zoll Wasser), hat man den zähesten Thonboden nur dann hinreichend trocken legen können, wenn die Entfernungen der einzelnen Drains von einander höchstens 14 Fuß betrugen; in einem weniger regnigten Klima wird auch bei sehr strengem Thonboden, nach den Erfahrungen von Parkes in England, 30 Fuß Entfernung genügen und nur ausnahmsweise nimmt Parkes eine Entfernung von 24 Fuß; bei 4 Fuß Tiefe, als nothwendig an; bei 5 Fuß Tiefe und in einem etwas durchlassenden Boden kann die Entfernung bis zu 50 Fuß steigen. Nach Gropp sind für die verschiedenen Bodenverhältnisse die folgenden Entfernungen der Drains als passend zu betrachten.

Bodenmischungen.	Entfernung der D[illegible] einer Tiefe von 3 Fuß	4 Fuß	[illegible]
1. Thonboden mit 40 bis 50 Prc. Sandgehalt und Mergeluntergrund	24 „	28 „	32.
2. Lehmboden mit 30 bis 50 Prc. Thongehalt	32 „	40 „	[illegible].
3. Sandiger Lehmboden mit 18—30 Prc. Thon, bei Thon-, Mergel- oder Quellsand-Unterlage	32 „	52 „	60.
4. Lehmiger Sandboden mit 10—18 Prc. Thon, mit Thon- oder Mergel-Unterlage	40 „	60 „	80.
Derselbe mit Quellsand-Unterlage	50 „	60 „	80.
5. Sandboden mit 0—10 Prc. Thon, bei Quell- und Triebsand, darin wenige Thon- oder Mergeladern	60 „	80 „	100.
6. Torfboden, Wiesengrund und Bruchboden bei hohem Torflager	40 „	50 „	60.
Derselbe mit Letten-Unterlage	30 „	50 „	50.

In Pommern hält man es gewöhnlich für ausreichend, wenn man den Drains bei stärkerem Thongehalt des Bodens 48, bei schwächerem dagegen 60 Fuß Zwischenraum gibt. Im Allgemeinen wird, wie auch Gropp behauptet, ein Drainzug auf jeden Decimalzoll Tiefe einen Fuß mehr und eine um einen Fuß tiefere Röhrenlage eine Ruthe mehr entwässern. Indessen gibt es auch in Deutschland, obgleich seltener als in England und Schottland, Bodenarten, welche das Wasser mit außerordentlich großer Kraft zurückhalten oder dem Durchsickern desselben einen so bedeutenden Widerstand entgegensetzen, daß die völlige Trockenlegung fast unerreichbar scheint. Einen Fall dieser Art bemerkt man z. B. in Hohenheim, wo eine Fläche Landes im Jahre 1852 gedraint wurde und dennoch so naß und kalt geblieben war, daß die Getreidesaat im folgenden Jahre fast völlig auswässerte; nur unmittelbar über den 4 Fuß tief liegenden Drainzügen gelangten die Pflanzen auf 3 bis 4 Fuß breiten Streifen zur Entwicklung, wodurch wenigstens angedeutet wird, daß auch unter diesen Verhältnissen eine, freilich nur geringe Wirkung der Drainage stattfindet und vielleicht eine allmälig steigende, nach mehreren Jahren erst genügende Austrocknung des Bodens erreicht sein wird.

10. Ein Verstopfen der Röhren ist mehrfach beobachtet worden, obgleich weit seltener und langsamer als bei den früher gebräuchlichen Steindrains. Das allmälige Zuschlämmen einzelner Röhrenleitungen ereignet sich namentlich bei einer flachen Lage (2 bis 3 Fuß) der Röhren, indem dann bei heftigen Regengüssen das Wasser Erdtheile mit sich fortreißt und diese innerhalb der Röhren absetzt, wenn es bei schwachem Gefälle nicht Kraft und Geschwindigkeit genug besitzt, jene Massen wieder fortzuspülen. Auch häuft sich bei flacher Lage der Röhren, namentlich auf Wiesen, im Innern derselben ein Wurzelgeflecht an, welches von Gräsern, Weiden oder andern in der Nähe

befindlichen Pflanzen herrührt, manchmal aber aus einem wurzelähnlichen Pilze, den sogenannten Brunnenzöpfen, besteht, zwischen Sand, Thon und Eisenoxyd zurückgehalten wird. Am häufigsten findet man das Verstopfen der Röhren, selbst bei tiefer Lage derselben, in einem sauren, sehr eisenhaltigen Boden, wo nämlich das humussaure Eisenoxydul vom Wasser aufgelöst und in den Röhren bei dem freieren Zutritt der atmosphärischen Luft oxydirt, in Folge dessen unlöslich und als eine schlammige eisenhaltige Masse abgesetzt wird. Die chemische Analyse eines derartigen Niederschlags in den Röhren auf Drayton Monor, einer Besitzung von Robert Peel, ergab:

Kiesel- und Thonerde	49,2	Prc.
Eisenoxydul	27,8	„
Organische Stoffe	23,0	„
	100,0	Prc.

Diese Niederschläge bilden sich gewöhnlich nur in den ersten Jahren nach der Anlage der Drains, später weniger, wenn jene ursprünglich vorhandenen auflöslichen, dem Wachsthum der Kulturpflanzen sehr nachtheiligen Stoffe entweder mit dem Drainwasser fortgeführt oder in Folge des vermehrten Eindringens der atmosphärischen Luft in einen weniger löslichen oder unlöslichen Zustand übergeführt worden sind; in einem sehr eisenschüssigen Boden können dieselben aber die Nothwendigkeit der Anwendung von zweizölligen Röhren auch für die Nebendrains herbeiführen, indem bei einzölligen Röhren eine zu häufige Verstopfung stattfinden würde.

Auch in sehr kalkhaltigen Bodenarten verstopfen sich zuweilen die Röhren, bei schwachem Gefälle, durch eine Art von Tropfsteinbildung. Am schwierigsten ist das Eindringen des feinen Sandes, des Triebsandes, zu vermeiden; wo derselbe in größerer Masse in der unmittelbaren Umgebung der Drains auftritt, muß man das Eindringen des Sandes durch Anwendung von Muffen, durch Auflegen von Stroh, Moos, Schilf, Rasenstücken oder selbst von Lehm und Thon auf die Stoßfugen der Röhren zu verhüten suchen, den Drainzügen selbst aber ein möglichst großes Gefälle (wenigstens 1/2 Zoll auf die laufende Ruthe) geben, damit hierdurch das Fortspülen des etwa eingedrungenen Sandes erleichtert wird. Haben die Röhren einmal in dem umgebenden Boden und dieser an jene sich festgelegt, dann läuft das Wasser hell und klar ab und selbst im Verlaufe von Jahrhunderten wird nur höchst selten eine Verstopfung beobachtet werden.

B. Erfolge der Drainage.

Der nächste und Hauptzweck der Drainage ist die dadurch bewirkte Erhöhung der Ertragsfähigkeit des Bodens. Ehe ich zu der Auf-

zählung der anderen Vortheile und namentlich zu der Entwicklung der Theorie der Drainage übergehe, will ich zunächst an den bereits vorliegenden Erfahrungen untersuchen, ob die nach Trockenlegung der Felder unter sonst gleichen Kulturverhältnissen erzielten höheren Erträge die aufgewandten Kosten in kürzerer oder längerer Zeit zu ersetzen im Stande waren. Leider sind die hierauf bezüglichen Beobachtungen nur selten mit der wünschenswerthen Genauigkeit angestellt, sondern nur in ganz allgemeinen Umrissen mitgetheilt worden und sie beziehen sich, wegen der Neuheit dieser Art der Bodenverbesserung, auf eine zu kurze Zeitperiode. Ich werde im Folgenden nur solche Resultate direkter Beobachtungen zusammenstellen, welche wenigstens einigermaßen auf direkten Wägungen oder Messungen beruhen. Von vorn herein können wir allerdings annehmen, daß die Erfolge den Erwartungen völlig und reichlich entsprochen haben, weil sonst die Ausführung von Drainanlagen, wie in England, so auch bereits in vielen Gegenden Deutschlands, selbst bei den vorsichtigsten Landwirthen, nicht so überraschend schnell und allgemein Anklang und Verwirklichung gefunden hätte. Doch lassen wir die Erfahrungen selbst sprechen.

a. Erfolge der Drainage in England und Schottland.

1. Sullivan in Schottland drainte im Jahre 1834 eine Fläche von $6\frac{1}{6}$ Hectare ($24\frac{1}{5}$ preußische Morgen), welche früher wegen zu großer Nässe niemals Weizen producirt, an Turnips nur sehr schlechte und an Hafer und Gras ziemlich mittelmäßige Ernten geliefert hatte. In den Jahren 1829 bis 1833, also vor der Drainage, hatte das Feld Turnips, Hafer, Gras, Gras (in beiden Jahren abgeweidet) und Hafer getragen und der Werth dieser Ernten war im Ganzen auf 906 Thlr. zu berechnen. Die Kosten der Drainage betrugen $638\frac{1}{2}$ Thlr.; schon in dem ersten Jahre (1835) gedieh der Weizen vortrefflich und lieferte eine Ernte, wovon die Körner allein mit 818 Thlr. verwerthet wurden; in den 4 folgenden Jahren wurde Gras (2 Jahre hintereinander), Hafer und zuletzt Turnips auf dieser Fläche gebaut; der Werth der Ernten in diesem 5jährigen Turnus nach dem Drainiren betrug im Ganzen 2062 Thlr., also stellte sich gegen die 5 vorhergehenden Jahre ein Mehrertrag im Werthe von 1156 Thlr. heraus, oder nach Abzug der Kosten der Drainage blieben noch als reiner Ueberschuß $517\frac{1}{2}$ Thlr., auf die Fläche eines Hectar's bezogen 83 Thlr. 26 Sgr.

2. James Porter zu Logie Elphinstone drainte 1844 ein Feld, dessen Boden von Natur sehr arm war, nämlich aus einer dünnen Ackerkrume von gelbem Thon bestand, auf einem Untergrund von hartem Kies und Letten lagernd. Ein kleines Stück Feld blieb des Vergleiches wegen ungedrainirt

Die Kosten der Drainage betrugen 53 Thlr. pro Hectar und die Ernte an Hafer im J. 1845 war auf einer gleichen Fläche:

	Körner. 1. Qualität.	Körner. 2. Qualität.	Geringer Hafer.	Gesammtmenge.	Stroh.
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
1. Gedraint . . .	1476	142½	178	1796½	3346
2. Ungedraint . .	1047	84	138	1269	2640
Zunahme	429	58½	40	527½	706

3. Nach der Aussage von Ed. Lucas auf Schloß Shane in Irland wurde der Ertrag einer großen Fläche Landes durch die Drainage um 30 Prc. gesteigert. Wenn sehr nasse Felder, deren Bodenbeschaffenheit im Uebrigen gut ist, gedraint werden, beobachtet man nicht selten, daß in den ersten Jahren die Wirkung am größten ist, daß dagegen die Fruchtbarkeit später wieder etwas abnimmt und dann erst der günstige Erfolg mit einer gewissen Stabilität geregelt bleibt. Dies zeigte sich ebenfalls in dem hier erwähnten Falle, so daß erst mit dem zweiten Turnus die Wirkung der Drainage sich feststellte und selbst im schlechten Boden ein um 25 Prc. für Getreide und um 70 Prc. für Gras erhöhter Ertrag sich ergab.

Fruchtgattung.	Ertrag von schlechtem Boden pro Hectar.			Ertrag von gutem Boden pro Hectar.		
	Vor der Drainage.	Nach der Drainage. Im 1. Turnus.	Nach der Drainage. Im 2. Turnus.	Vor der Drainage.	Nach der Drainage. Im 1. Turnus.	Nach der Drainage. Im 2. Turnus.
	Hectoliter.	Hectol.	Hectol.	Hectol.	Hectol.	Hectol.
Gerste	16⅕	23¼	20½	19	26¾	25⅓
Hafer	24⅔	33¹/₁₀	31	26¾	36⅔	35⅕
	Thlr.	Thlr.	Thlr.	Thlr.	Thlr.	Thlr.
Gras, Geldwerth	16	34⅓	26⅓	21	53	47½

4. Der Marquis von Tweeddale hat, wie Weckherlin berichtet, durch die Drainage alle seine Ernten, Getreide, Turnips und Gras im Durchschnitt von 5 auf 14, also fast um das Dreifache gesteigert. Smith zu Deanston hat seit 18 Jahren über 100 englische Meilen Drains gelegt und durch die Mehrerträge nie weniger als 10 Prc. von dem aufgewandten Capital erzielt; vor der Drainage erhielt derselbe nur mit Mühe 17 Thlr. Pacht pro Hectar Landes, nach der Drainage dagegen bereitwillig 40 Thlr. und darüber. Der Pächter Hewitt Davis zu Croydon hat die Erträge seines Pachtgutes durch die Drainage verdreifacht; seine Felder, welche sehr sandig und kiesig, mit Letten untermischt sind und früher fast gänzlich unfruchtbar waren, produciren jetzt durchschnittlich 32 Hectoliter Getreide pro Hectar. Ebenso hat Charles Merrick Burrell seit 12 Jahren gedraint und hierdurch seine Ernten verdoppelt. John Thompson brachte in Folge der Drainage den Ertrag seines Gutes von 3 auf 8. Ein Landwirth in Surrey erntete

auf dem ungedrainten Felde nur 11 Hectoliter Weizen pro Hectar, auf den gedrainten Acker dagegen 43 Hectoliter. Der Gutsbesitzer Dalrymple in Schottland drainte einen Acker, der früher sehr wenig productiv und zu 8 Thlr. pro Hectar verpachtet gewesen war; die Kosten der Drainage betrugen 72 Thlr. pro Hectar, aber es wurde auch nach der Trockenlegung gleich im ersten Jahre an Weizen ein Ertrag im Werthe von 173 Thlr., an Kartoffeln von 199 Thlr. und an Turnips sogar ein Ertrag von 283 Thlr. Geldwerth erzielt. Ein anderer schottischer Landwirth bezog 15 bis 20 Prc. Zinsen von dem verwendeten Capital, ungeachtet die Drainage des sehr zähen und sumpfigen Bodens pro Hectar 93 Thlr. Kosten verursacht hatte. Auf dem Gute Teddisley-Hay in Staffordshire waren zur Trockenlegung von 189 Hectars Feld 10,000 Thlr. verausgabt worden; es erhöhte sich aber die Pachtsumme in Folge dieser Melioration von 1697 Thlr. auf 4594 Thlr.

Die vorstehenden Beispiele mögen genügen, um die in England allgemein verbreitete Ansicht zu rechtfertigen, daß die auf die Drainage verwendeten Capitalien durch die Erhöhung der Ernteerträge wenigstens mit 10 Prc. sich verzinsen, so daß auch die Pächter den Capitalisten für die ausgeliehenen Gelder gerne 6 bis 7 Prc. Zinsen zahlen. Es ist wohl nicht zu läugnen, daß in England zuweilen Ländereien gedraint werden, welche der Trockenlegung nicht bedürfen, und daß überhaupt oft mehr Geld für die Drainage verausgabt wird, als bei größerer Sparsamkeit und Vorsicht nöthig wäre, ohne deswegen den Erfolg zu beeinträchtigen. Bei uns in Deutschland ist ein derartiges Uebertreiben des Kostenaufwandes bei Drainanlagen nicht zu befürchten.

b. Erfolge der Drainage in Belgien.

Die Entwässerung nasser Grundstücke mittelst Röhren von gebranntem Thone wurde nach dem Vorgange Englands in größerer Ausdehnung auch in Belgien ausgeführt. Da aber diese Drainanlagen erst seit wenigen Jahren begonnen worden sind, so können über den Erfolg derselben noch keine mehrjährige Beobachtungen angestellt worden sein; die folgenden Mittheilungen entlehne ich den Berichten von Leclerc, der im Auftrage der Regierung fast sämmtliche größere Drainanlagen in Belgien geleitet hat.

1. Den größten Vortheil hat man in Belgien, wie anderswo, an sumpfigen und morastigen Ländereien durch deren Trockenlegung erzielt. Wyns de Rancour drainte im Jahre 1850 bei Forêt ein morastiges Terrain, welches ganz unproduktiv war; im Frühjahr 1851 konnte es zeitig bearbeitet und bestellt werden. Ein Fünftel des Terrains lieferte 2 starke Schnitte Grünfutter und wurde dann mit Steckrüben besäet, deren Er-

$1^1/_2$ bis 2 Fuß Höhe erreichte, während die Rüben einen Umfang von 1 bis 2 Fuß zeigten. Die anderen vier Fünftel lieferten vorzügliche Ernten von Runkelrüben, Gerste, Hafer und Wicken.

2. Bauchan zu Senenne (Namur) beobachtete nach der Drainage einer sumpfigen Wiese eine Verdoppelung der Ernte nach Quantität und Qualität. Lefebvre von Leuze drainte Ende 1850 eine kleine Wiesenparzelle (0,44 Hectar groß), welche vorher nur saures Gras producirt hatte, dessen Werth als Futter kaum 5 Thlr. betrug; 2 Monate nach der Trockenlegung konnte der Boden schon mit Pferden bearbeitet werden, er wurde gekalkt und mit Runkelrüben, Raps, Leindotter und Steckrüben besäet; Alles gedieh vortrefflich und die Ernte von der gedrainten Fläche hatte einen Werth von 33 bis 35 Thlr., während die Kosten der Drainage im Ganzen nur $21^2/_3$ Thlr. betragen hatten, also bereits in dem ersten Jahre durch den Mehrertrag der Ernte reichlich ersetzt worden waren.

3. Auch auf festerem Boden haben sich die Wirkungen der Drainage überall sehr deutlich herausgestellt. Auf dem Gute Tout-y-faut wurde von zwei gleich großen, neben einander gelegenen Flächen die eine im Frühjahr 1850 trocken gelegt und sodann mit halbgedüngtem Roggen nach sehr schwach gedüngtem Hafer bestellt; das ungedrainte Stück trug Roggen in ganzer Düngung nach gut gedüngter Gerste. Es wurde pro Hectar an Roggen producirt auf dem

	Zahl der Garben.	Körner in Hectol.	Körner in Kil.	Gewicht eines Hectol. in Kil.
gedrainten Boden	2000	30	2250	75
ungedrainten Boden	1550	19	1330	70

Auf demselben Gute hatte man wegen zu großer Nässe und Kälte nie gewagt, Wintergerste zu bauen; nach der Drainage erlangte diese Frucht eine auffallende Höhe und Stärke im Halm, sowie Länge und Schwere in den Aehren; man erntete pro Hectar 45 Hectoliter (zu 60 Kil. pr. Hect.) oder 2700 Kil. Körner, während in der Nachbarschaft auf besserem Boden nur 35 Hectoliter (zu 56 Kil.) oder 1960 Kil. auf einer gleichen Fläche producirt wurden.

4. Dubiez zu Béclers drainte eine Fläche Landes dritter und vierter Klasse; das Feld war das schlechteste auf dem ganzen Gute und wurde unmittelbar nach der Drainage (Mai 1850) mit Lein besäet; im Herbste erhielt es zu Weizen eine halbe Düngung und dennoch gab der letztere eine bessere Ernte als auf dem besten und kräftigsten Boden desselben Gutes, nämlich pro Hectar:

	Zahl der Garben.	Körnerertrag in Hectol.	Körnerertrag in Kil.	Gewicht eines Hectol. in Kil.
Gedraintes Land	2400	24	1944	81
Nichtgedraintes Land . . .	2215	$21^1/_2$	1763	82

c. Erfolge der Drainage in Deutschland.

In Nord- und Mitteldeutschland sind, mit wenigen Ausnahmen, a seit 4 bis 5 Jahren Drainanlagen ausgeführt worden; nachdem man zunächst durch die Trockenlegung kleinerer Flächen von den großen Erfolg dieser Melioration überzeugt hatte, verbreitete sich dieselbe auch bald über größere Flächen und schon jetzt sieht man in Holstein, Mecklenburg, Pommern, Schlesien, in der Provinz und im Königreich Sachsen ganze Gü mit unterirdischen Abzügen versehen und in Folge dessen die Erträge sehr be deutend gesteigert.

1. Gropp in Isterbies (bei Magdeburg) hat bereits seit längeren Ja die Trockenlegung der Felder seines Pachtgutes bewirkt und über die Erfolg derselben sorgfältige Beobachtungen angestellt. Der Boden war sandig u humos, im Untergrunde oft eine mehrere Fuß tiefe Schicht von ei Sande und unter derselben eine kalkhaltige harte, undurchlassende Ablagerung welche Ursache war, daß der Acker an Nässe und Kälte und an allen Folg derselben litt; im günstigsten Falle lieferten die Felder das 5., gewöhnli kaum das 3. Korn, weshalb auch der größte Theil als ganz unfruchtbar g nicht mehr bestellt wurde. Nach der Drainage lieferte der Acker mit Siche heit das 10., oft das 12. Korn an Weizen und anderen Getreidearten. Eine Fläche von ungefähr $6^3/_4$ Hectaren ($26^1/_2$ Morgen) wurde 1842 mit Ger bestellt, aber nicht eine einzige Aehre gelangte zur Entwicklung, dagegen wurden Anfang August 9 Fuder Hederich und Queckenheu als Futter für die Schafe abgefahren. 1843 wurden pro Hectar durchschnittlich $9^1/_2$ Hectoliter Bohnen, Erbsen und Kichern (5 Scheffel 6 Metzen pro Morgen) und 1844 an Weizen $6^1/_2$ Hectoliter (pro Morgen 3 Scheffel 10 Metzen) geerntet. Nach diesen kümmerlichen Erträgen blieb das Land 1845 und 1846 als Weide liegen, wurde 1847 gedraint, mit einem Kostenaufwande von ungefähr 27 Thlr. pro Hectar (6 Thlr. $26^1/_2$ Sgr. pro Morgen) und mit Winterrübsen bestellt; dieser stand ausgezeichnet, es kam jedoch der Pfeifer in die Blüthe und es wurden nur $10^1/_5$ Hectoliter pro Hectar geerntet. Im folgenden Jahre, 1849, betrug die Ernte pro Hectar an Weizen 19 Hectoliter und 1850 an Hafer sogar 30 Hectol. 1851 trug das Feld sehr schönen Klee, wovon ein Theil grün verfüttert wurde und der Rest vom ersten Schnitte noch 12 Fuder Kleeheu (von der ganzen Fläche) lieferte; der zweite Schnitt war ebenso reichlich. Rechnet man von den Erträgen der Jahre

1848, 1849 und 1850 den Ertrag des 5. Kornes, wie er vor der Drainage nur in den günstigsten Jahrgängen erzielt worden war und außerdem die Kosten der Drainage ab, so bleibt immer noch ein Ueberschuß an Geldwerth von $40^2/_3$ Thlr. pro Hectar, wobei die ungleich höheren Stroherträge, die bessere Qualität der Ernten und die leichtere Bearbeitung des gedrainten Ackers außer Rechnung gelassen wird.

Ein anderes Feldstück zu Isterbies von gleichet Größe ($26^1/_2$ Morgen) wurde im Jahre 1842 der Brache unterworfen und sodann nach einer Düngung von 88 Fudern Stallmist mit Weizen bestellt; derselbe wässerte aus und gab gar keinen Ertrag, ebenso wenig wie der im Jahre 1844 folgende Rübsen, wozu abermals 40 Fuder Dünger aufgebracht worden waren; 1845 blieben die Kartoffeln auf diesem Felde so klein und unreif, daß sie die Erntearbeit nicht lohnten und in der Erde gelassen wurden. 1846 wurde abermals mit 35 Fuder Stallmist gedüngt und von der ganzen Fläche 99 Hectoliter ($6^4/_5$ pro Morgen) Wicken und Bohnen, und 1847 nach dreimaligem Pflügen 85 Hectol. Hafer geerntet. Im Jahre 1848 wurde der Acker in der Brache gedraint (pro Hectar mit einem Kostenaufwand von $18^9/_{10}$ Thlr., pro Morgen 4 Thlr. $25^1/_2$ Sgr.) und trug 1850 ohne Dünger 61 Hectol. Rübsen; 1851 ebenfalls ohne Dünger $94^1/_2$ Hectol. Weizen und außerdem wurden von einem Theile des Feldes in den Jahren 1849 und 1850 noch 930 Hectoliter Mohrrüben und im Jahre 1851 18 Schock Hafergarben geerntet.

Eine dritte Fläche, etwa 1 Hectar (4 Morgen) groß, wurde 1849 gedraint und im Herbste mit Weizen bestellt; die Ernte lieferte $16^1/_5$ Hectol. Weizen, während ein gleich großes, unmittelbar angrenzendes Stück des ungedrainten Landes nur $7^4/_5$ Hectol., also kaum halb soviel ergab.

Von einer Torfwiese, ebenfalls zu Isterbies, worauf das Torflager durchschnittlich 5 Fuß hoch steht, wurde im April 1851 ein Theil gedraint. Der Graswuchs bestand früher vorherrschend aus Riedgräsern, Wollgras, Schachtelhalm, Moos und schlechten Kräutern; die Pflanzen verschwanden schon im ersten Sommer nach der Drainage und es zeigten sich nun vortreffliche Süßgräser und Kleearten in üppiger Fülle und in dichter Narbe, während man auf der anstoßenden noch ungedrainten Wiesenfläche, in Folge des Austrocknens des Mooses, beständig leere Flächen bemerkte. Im Jahre 1852 wurde von einem Hectar der gedrainten Torfwiese 2363 Kil. Heu, von einer gleichen Fläche der nicht gedrainten Wiese nur 1287 Kil. geerntet.

2. Nach den in Pommern bereits vorliegenden Erfahrungen ergiebt sich (nach Rohde), daß die Kosten der Drainage nach 2, spätestens 3 Jahren durch die höheren Erträge schon vollständig wieder ersetzt, und daß die später

folgenden reicheren Ernten als reiner Ueberschuß zu betrachten sind. In Eldena hat sich der Ertrag der gedrainten Fläche um 30 bis 40 Prc. gesteigert; in Ranzin hat eine früher sehr sumpfige Fläche theilweise um 100 Prc. im Ertrag sich gebessert, durchschnittlich aber der Ertrag auf den gedrainten Flächen um 40 bis 50 Prc. sich vermehrt. In Wietzow, wo 300 Morgen (77 Hectars) gedraint wurden, ist der Ertrag mindestens um 40 und in vielen Fällen um 60 Prc. gesteigert. Anderweitige Mittheilungen aus Pommern, wie aus Oberschlesien (Proskau) und dem Königreich Sachsen beschränken sich bis jetzt auf allgemeine Angaben über die erhöhte Fruchtbarkeit der Felder in Folge der Drainage, über die zeitigere Bestellung, leichtere Bearbeitung, mehr gesicherte Kultur aller Früchte ꝛc., ohne jedoch auf genauen Beobachtungen und direkten Wägungen beruhende Zahlenverhältnisse darzubieten.

C. Weitere Vortheile der Drainage.

Die Entwässerung kalter und nasser Grundstücke mittelst Thonröhren erhöht, wie wir gesehen haben, die Ertragsfähigkeit derselben fast unter allen Verhältnissen sehr bedeutend; es gewährt die Drainage dem Landwirthe auch noch andere Vortheile, welche, wenn gleich weniger auffallend und einflußreich, dennoch Beachtung verdienen.

1. **In Folge der Drainage werden viele offene Gräben überflüssig**, so daß die Ersparung der Kosten für deren Instandhaltung und namentlich der Gewinn an Terrain in wenigen Jahren die Auslagen für die Drainage zu ersetzen vermag. Auf dem Gute Wietzow in Pommern z. B. hat man allein durch Zuwerfen von offenen Gräben ein Areal von beinahe 100 Morgen für die Ackerkultur gewonnen. Es ist aber wohl zu beachten, daß durch die Drainage keineswegs alle offenen Gräben entbehrlich werden, wie nicht selten behauptet worden ist. Man glaubte nämlich beobachtet zu haben, daß auf dem gedrainten Felde der Frost nie so tief eindringe, als auf dem nicht gedrainten und daß deshalb auch im Frühjahre ein schnelleres Aufthauen stattfinde, welches die Ursache sei, daß das Schneewasser nicht von der Oberfläche abfließe, sondern schnell in den Boden eindringe und durch die Drains fortgeführt werde. Dieses ist jedoch nicht in dem Grade der Fall, daß es unnöthig wäre, auch nach der Trockenlegung des Terrains die Haupt-Abzugsgräben offen zu halten, da nur diese das bei plötzlich eintretendem Thauwetter oder bei heftigen Regengüssen von der Oberfläche abströmende Wasser aufnehmen und fortführen können. Dagegen können viele Nebengräben jedenfalls zugeworfen und hierdurch oft beträchtliche Flächen für die Kultur gewonnen werden; gleichzeitig wird man nach der Drainage

meistens die schmalen, hohen Ackerbeete durch breitere und flachere ersetzen und auf diese Weise den Vortheil erzielen, daß die Saaten überall einen gleichförmigen Stand erhalten, während früher in den tiefen Beetfurchen die Pflanzen völlig verkümmerten und die Beete oft nur von der Hälfte ihrer Fläche eine erträgliche Ernte lieferten.

2. Die Bestellung, namentlich im Frühjahr, kann auf dem gedrainten Lande weit zeitiger geschehen als auf dem ungedrainten. Je nach der Jahreswitterung und nach der Bodenbeschaffenheit wird der Unterschied in der Zeit der Bestellung mehr oder weniger auffallend sein; nach Leclerc kann man in Belgien z. B. auf dem Gute Tout-y-faut im Frühjahr die gedrainten Felder 14 Tage und selbst 3 Wochen früher bearbeiten als die ungedrainten und ebenso hindern im Herbste heftige Regengüsse fast niemals die Bestellung; nach Mittheilungen aus Pommern erfolgt hier die Bestellung des Ackers im Frühjahr, jetzt oft 3 bis 4 Wochen früher als sonst. Jedem Landwirthe ist die große Wichtigkeit einer rechtzeitigen Bestellung für alle Früchte bekannt; es ist kaum auf eine gute Ernte zu hoffen, wenn in Folge einer nassen Witterung im Frühjahr oder Herbst die Saat sehr verspätet ist; die Pflanzen entwickeln sich in diesem Falle nur sehr langsam und unvollkommen, welches in einem noch höheren Grade beobachtet wird, wenn der Acker zur Zeit der Saat sehr naß und kalt war und mit Pflug und Egge deshalb nicht hinreichend gelockert, gekrümelt und dem befruchtenden Einfluß der atmosphärischen Luft zugänglich gemacht werden konnte. Durch die Drainage wird der Landwirth zur Zeit der Bestellung weit unabhängiger von den nachtheiligen Einflüssen einer ungünstigen Witterung. Wie die Saat so wird auch die Ernte oder die Reife der Frucht beschleunigt und es kann daher mit Hülfe der Drainage die Kultur gewisser Früchte über Ländereien ausgedehnt werden, welche dieselbe früher nicht gestatteten, weil das kalte Klima die Reife zu sehr verzögerte. Auch auf diese Weise sind sehr große Flächen für die Kultur nutzbarer Pflanzen gewonnen worden.

3. Allgemein beobachtet man, daß der Boden nach der Trockenlegung mürbe wird und sich leicht zerbröckelt, während der ungedrainte Boden seine rohe und widerspänstige Beschaffenheit trotz aller Bearbeitung behält. Der gedrainte Acker läßt sich daher mit geringerem Kraftaufwande bestellen und außerdem kann man nach einer oder zwei Furchen die Saat dem Boden anvertrauen, während früher oft drei und mehrere Furchen nöthig waren. Auch die geringere Anzahl der offenen Gräben erleichtert die Arbeit des Pfluges beträchtlich.

4. Die gedrainten Felder sind weit weniger zum Verunkrauten geneigt und brauchen niemals der schwarzen

Brache unterworfen zu werden. Die Hauptursache, daß auch bei möglichst intensiver Kultur die volle Brache noch zuweilen angewandt werden muß, ist darin zu suchen, weil nasse Felder, namentlich bei häufigem Anbau von Halmfrüchten, nach und nach durch das Ueberhandnehmen der Wucherunkräuter an Ertragsfähigkeit, selbst bei reichlicher Düngung, beträchtlich verlieren. Sowie die überschüssige Nässe entfernt und zu gleicher Zeit der Luft freier Zugang verschafft wird, dann sind auch die Bedingungen zur üppigen Entwicklung des Unkrautes nicht mehr vorhanden, es verschwindet von dem Felde und überläßt einer edleren Frucht Platz und Nahrung. Mit dem völligen Aufhören der Brache wird an fruchttragendem Boden gewonnen, an Arbeit gespart und der Verlust an pflanzenernährenden Bestandtheilen durch Verflüchtigung und Auswaschen aus dem Boden fast vollständig verhindert.

5. **Nach der Drainage kann man mit einer gleichen Düngermasse einen weit höheren Effekt erzielen.** Wo in Folge zu großer Nässe im Boden Säure sich bildet, da muß nothwendig ein großer Theil der zugeführten Düngstoffe unthätig werden, für die Vegetation verloren gehen. Jene Säure bindet nämlich die für das Wachsthum unserer Kulturpflanzen so wichtigen basischen Stoffe, den Kalk, das Kali und ganz besonders das Ammoniak; in Folge dieser Verbindung verlieren die erwähnten Substanzen die Fähigkeit, von der Pflanze aufgenommen und assimilirt zu werden; die letztere zeigt während der ganzen Dauer ihrer Vegetation dasselbe dürftige und hungrige Aussehen, wie auf einem völlig erschöpften Boden. Der aufgebrachte Dünger ist daher zum großen Theil für die Vegetation verloren und erst wenn der saure Boden gedraint worden ist, wenn also in Folge des vermehrten Luftzutrittes eine Oxydation oder allmälige Verwesung des sauren Humus bewirkt worden ist, gelangen auch jene Pflanzennahrungsstoffe wieder in den Zustand größerer Freiheit, in welchem sie die üppige Entwicklung der Vegetation im hohen Grade befördern; der Dünger wird dann mit der ganzen ihm einwohnenden Kraft wirksam. In einem sauren, an überflüssiger Nässe leidenden Boden findet aber nicht allein dadurch ein Verlust an pflanzenernährenden Stoffen statt, daß dieselben in einen Zustand übergeführt werden, in welchem sie das Wachsthum der Kulturpflanzen nicht zu unterstützen vermögen, es werden die Düngstoffe auch direkt aus dem betreffenden Boden entfernt. Es sind nämlich die Verbindungen der Alkalien mit dem Humus auflöslich in Wasser, und werden daher leicht aus dem Boden ausgewaschen und fortgeführt; man sieht bei feuchter Witterung in einem solchen Boden die Wassergräben und Furchen angefüllt mit einer braunen Jauche, welche in denselben fortrieselt und bei der chemischen Unter-

suchung eine reichliche Menge an Alkalien und namentlich an chemisch durch den Humus gebundenem Ammoniak zeigt. Durch die Drainage wird daher ein direkter oder indirekter Verlust an Dünger verhindert und außerdem noch ein großer Theil der im Boden schon vorhandenen, bis dahin unthätigen Pflanzennahrung für die Vegetation zugänglich, gleichsam genießbar gemacht.

6. Die auf einem gedrainten Boden erzielten Produkte sind von vorzüglicher Qualität; die Körner sind schwer, mehlig und deren Verhältniß zum Stroh ein sehr günstiges; alle Pflanzen sind weit weniger zum Befallen oder überhaupt zu Krankheiten geneigt, als auf dem ungedrainten Lande. In dem kalten, nassen Boden entwickeln sich oft Giftpflanzen und alle Gewächse haben geringeren Futterwerth, nicht selten sogar einen nachtheiligen Einfluß auf die Gesundheit der Thiere, namentlich des Rindviehes und der Schafe. Man hat in England beobachtet, daß nach der Drainage ausgedehnter Flächen die früher häufigen dicken Nebel seltener werden und ferner, daß die Fälle von Lungenseuche, Milzbrand ꝛc. bei den Hausthieren sich vermindern. Ebenso wird für den Menschen die Luft reiner und gesünder, die Krankheiten, welche den Aufenthalt in sumpfigen Gegenden so gefahrvoll machen, Fieber, Rheumatismus, Skropheln ꝛc. verlieren an Kraft und Häufigkeit des Auftretens, wie durch ärztliche Gutachten aus verschiedenen Theilen Großbritanniens unzweifelhaft nachgewiesen worden ist.

D. Theorie der Drainage.

Die Theorie der Drainage hat den Beweis zu liefern:

a. daß ein Uebermaß von Nässe im Boden dem gesunden Wachsthum und der freudigen Entwicklung der Kulturpflanzen hinderlich sein muß;

b. daß durch das Mittel der Drainage der vorhandene Ueberschuß von Bodenfeuchtigkeit vollständig entfernt werden kann;

c. daß die richtig ausgeführte Drainage in keiner Weise einen nachtheiligen Einfluß ausüben wird, sondern überall die Ertragsfähigkeit des Bodens erhöhen muß.

1. Licht, Wärme und Feuchtigkeit sind außer der löslichen Pflanzennahrung und einer passenden Bodenbeschaffenheit die allgemeinen Bedingungen des vegetabilischen Lebens; der Grad und die Menge derselben bestimmt vorzugsweise die Verbreitung der Pflanzen und deren Auftreten in den verschiedenen Landstrichen oder an einzelnen einander nahe gelegenen Orten eines engeren Bezirkes. Indem ich auf die hierüber in der Bodenkunde gegebenen Mittheilungen verweise, erinnere ich nur daran, daß eine jede Pflanzengattung ein bestimmtes Maaß von Wärme zu ihrer voll-

kommenen Ausbildung bedarf; mit der allmäligen Verminder
dieses Wärmegrades wird zunächst die Qualität der Früchte, namentlich
Körner eine geringere, die Masse des Strohes und der Blätter vermehrt
im Verhältniß zu dem Gewichte der Körner, die letzteren kommen gar
mehr zur Entwickelung, bis endlich die vorhandene Wärme selbst nicht
ausreicht zur Bildung der Blüthen, die ganze Pflanze daher verkümmert
zu Grunde geht. Die Existenz aller unserer Kulturpflanzen ist durch
verhältnißmäßig ziemlich hohen Wärmegrad bedingt und da deren Anbau
der Zunahme der Bevölkerung überall bis zu der äußersten Grenze, wo
irgend eine Hoffnung für das Gedeihen dieser Pflanzen noch vorhanden
hingedrängt worden ist, so wird es um so nöthiger, so weit es über
möglich ist, die vorhandenen Ursachen der Abkühlung von Luft und Boden
ihren für das Wachsthum gewisser nutzbarer Pflanzen nachtheiligen Wirkun-
gen zu mäßigen. Andererseits aber ist überall zu beobachten, daß mit der
Zunahme der mittleren Temperatur und zugleich bei längerer Dauer der
meren Jahreszeiten alle unsere Kulturpflanzen, unter sonst günstigen Ver-
hältnissen, an Sicherheit des Gedeihens und an Ueppigkeit und Vollkommen-
heit in ihrem Wachsthum gewinnen; freilich giebt es auch in dieser Richtung
eine bestimmte Grenze, über welche hinaus mit einer noch weiter steigenden
Lufttemperatur das Wachsthum der meisten Kulturpflanzen wieder zurück-
geht, diese Grenze wird aber in unserem gemäßigten Klima für die ökonomi-
schen Gewächse nicht erreicht. Es wird daher auch in der wärmeren Lage des
Flachlandes eine Verminderung der auf die Vegetation einwirkenden Wärme
eine Abnahme in der Fruchtbarkeit des Bodens, eine Steigerung der Wärme
eine üppigere Entwickelung der Pflanzen bewirken. Die nächste Ursache
der Erscheinung, daß in einem an überschüssiger und stocken-
der Nässe leidenden Boden nach Quantität und Qualität
geringe Ernten producirt werden, liegt in der durch die
Nässe bewirkten Kälte der Erdschichten und der die Pflanzen
umgebenden Luft.

Wie bedeutend die Temperatur des Bodens erniedrigt wird, wenn eine
große Menge Feuchtigkeit auf dem Wege der Verdunstung entweicht, ergiebt
sich deutlich aus der folgenden, von Kreuter entlehnten Berechnung. Man
hat gefunden, daß ungefähr 6 Mal so viel Wärme erforderlich ist, um eine
Quantität Wasser in Dampf zu verwandeln, als man braucht, um dieselbe
von 4° C. bis zum Siedepunkte zu erhitzen. Wenn in 100 Pfd. Erde 1 Pfd.
Wasser mehr als nöthig sich befindet und dieses durch Verdampfen entfernt
werden muß, so sinkt während der Zeit des Verdampfens die Temperatur
von diesen 100 Pfd. Erde um 10°, d. h. diese 100 Pfd. Erde werden um

10° kälter, als wenn das Wasser durch Abfluß oder Versitzen entfernt worden wäre. Die Regenmenge, welche jährlich auf die Fläche eines Hectars niederfällt, beträgt (bei 25 Zoll Höhe) 6,800000 Kil.; müßte dieses Wasser künstlich durch Feuer verdampft werden, so würden hierzu nicht weniger als 401,500 Kil. Steinkohlen an Brennmaterial erforderlich sein. Es ist jedoch nicht die ganze Wassermenge, welche auf den Erdboden niederfällt, hier in Rechnung zu ziehen; ein beträchtlicher Theil, über die Hälfte, wird auch auf dem gedrainten Lande in Folge der Verdunstung der Atmosphäre zurückgegeben, wie die 8jährigen Beobachtungen von Dickinson zu Abbots-Hill in der Grafschaft Herts beweisen. Es fließen nämlich nach diesen Beobachtungen von der ganzen Regenmenge durch eine 3 bis 4 Fuß tiefe Bodenschicht im Mittel 42½ Prc. hindurch, 57½ Prc. verdunsten in die Luft und zwar ist diese Verdunstung natürlich in der heißeren Jahreszeit beträchtlicher als im Winter; in den Monaten Oktober bis März verdunsteten nur 25½ Prc., dagegen vom April bis zum September 93 Prc. Die folgende Tabelle giebt diese Verhältnisse im Mittel der achtjährigen Beobachtungen für jeden einzelnen Monat an:

Monat.	Versickert. Prc.	Verdunstet. Prc.	Regenmenge. Zoll.
Januar	70,7	29,3	1,847
Februar	78,4	21,6	1,971
März	66,6	33,4	1,617
April	21,0	79,0	1,456
Mai	5,8	94,2	1,856
Juni	1,7	98,3	2,213
Juli	1,8	98,2	2,287
August	1,4	98,6	2,427
September	13,9	81,1	2,639
Oktober	49,5	50,5	2,823
November	84,9	15,0	3,837
December	100,0	0,0	1,641
Mittel	42,3	57,6	Summe 26,614

Im zeitigen Frühjahr und im Herbste ist die Verdunstung des im Boden sich ansammelnden Wassers verhältnißmäßig gering und gerade zu dieser Zeit ist ein möglichst schnelles Austrocknen und Erwärmen des Bodens vorzugsweise nöthig, damit die Saat rechtzeitig erfolgen kann. Wenn außer dem direkt auf eine Ackerfläche niederfallenden atmosphärischen Wasser noch Quell- und Grundwasser auftritt, so wird eine Erwärmung des Bodens durch die Sonnenstrahlen um so schwieriger stattfinden können, der Boden wird zu jeder Zeit des Jahres kalt und unthätig bleiben und der Drainage um so mehr be-

dürfen. Nur durch das Mittel der Drainage wird mit der Verdun
auch die anhaltende Kälte des Bodens wie der umgebenden Luft sich ver
dert und die Vegetation zu einer freudigen Entwicklung gelangen.

2. *Die Kulturpflanzen verlangen zu ihrem Fortk men* nicht allein eine möglichst hohe Temperatur, sondern auch, daß *atmosphärische Luft freien Zutritt zu ihren Wurzeln h*, da diese theils den Sauerstoff direkt absorbiren, theils überhaupt nur Stoffe in sich aufnehmen und verarbeiten, welche im Zustande der hö Orydation sich befinden; in Fäulniß begriffene organische Substanzen Moderstoffe, wenn dieselben in größerer Menge sich anhäufen, sind für die ökonomischen Pflanzen, wie bereits oben angedeutet wurde. Das Boden sich ansammelnde Wasser hindert aber den Zutritt des atmosphäri Sauerstoffes und fördert hierdurch die Bildung jener sauren Moder deren Gegenwart bekanntlich das Wachsthum von Moos, Schilf und all Sumpfgewächsen begünstigt, dagegen das Gedeihen der Kulturpflanzen möglich macht.

3. *Durch das Mittel der Drainage wird die schädli Nässe vollständig aus dem Boden entfernt.* Um sich von Richtigkeit dieser Behauptung zu überzeugen, braucht man nur die enorm Wassermengen zu betrachten, welche namentlich im Frühjahre und Herbst den Mündungen der Röhrenstränge sich ergießen, und zu gleicher Zeit an überall bestätigte Thatsache sich zu erinnern, daß der gedrainte Acker stets sch wenige Tage nach einem starken Regenfalle hinreichend abgetrocknet ist, wieder bearbeitet und bestellt werden zu können. Der Engländer *Hammo* beobachtete am 7. und 8. November 1843, daß nach einem 12stündig Regen (von 0,48 Zoll) das Wasser 48 Stunden lang aus der Röhrenmün dung abfloß und daß die Menge des abgeflossenen Wassers einem Regenf von 0,46 Zoll entsprach, was ganz mit den oben gemachten Angaben üb die geringe Verdunstung im November übereinstimmt. Schon 6 bis 8 Stund nach dem heftigen Regen sieht man die 3 bis 4 Fuß tiefen Drains laufen un ohne Aufhören bis die überflüssige Feuchtigkeit abgeführt ist (*Leclerc* Die Schnelligkeit, mit welcher das Regenwasser eine 4 Fuß tiefe Bodenschi durchdringt, ist abhängig von deren physikalischer Beschaffenheit und wie scheint, theilweise auch von dem Alter der Drainanlage. Durch Versuc hat man ermittelt, daß Wasser 18 Mal so lange Zeit gebraucht, um den Letten zu sitzen, als durch Sand. Die Röhren geben sofort, nachdem sie i den nassen Boden gelegt worden sind, Wasser aus, jedoch bemerkt man, na *Gropp*, nach 2 bis 3 Jahren eine bessere und schnellere Wirkung, weil de Untergrund, wie es scheint, mit jedem Jahre mehr porös und durchlassende

wird. Auch erwähnt Gropp, daß die Drainröhren die überschüssige Feuchtigkeit nicht vollständig und schnell genug ableiten, wo feuchte Ländereien mit wildem, buschigem Grase bewachsen sind; erst wenn die Oberfläche aufgebrochen und zu Acker oder einer neu angesäeten Wiese gemacht worden ist, tritt die gewünschte Wirkung der Drainage ein.

Auf sumpfigen, von Grund- und Quellwasser durchnäßten Terrains ist die Wirkung der Drains und die Menge des durch dieselben abgeleiteten Wassers besonders auffallend. In Belgien bei Rhodes-Sainte-Genèse betrug die Menge des mehrere Monate hindurch von der Fläche eines Hectar's Wiese abfließenden Wassers in 24 Stunden im Mittel 33,600 Kil., bei Gellick 15550 Kil. Bei Eldena beobachtete Rohde im Winter 1851 4 Monate hindurch einen unaufhörlichen Abfluß aus den Röhren und es gaben dieselben von der Fläche eines Hectars in 24 Stunden durchschnittlich 56880 Kil. Wasser, in den 4 Monaten dieses allerdings sehr nassen Winters nicht weniger als 6,939000 Kil. Gropp bestimmte im Monat November 1851 täglich die von einer gedrainten Fläche Landes zu Isterbies aus der Röhrenmündung abfließende Wassermenge und fand dieselbe im ganzen Monat für die Fläche eines Hectars berechnet gleich 1,095840 Kil. Nach Schober ist die Menge des aus einem zähthonigen Boden mittelst der Drainröhren fortgeführten Tagewassers allerdings geringer, immer aber noch sehr bedeutend; 5monatliche tägliche Beobachtungen, vom 1. Februar bis 30. Juni 1853 ergaben, daß in dieser ganzen Zeit von einer 6²/₃ Hectaren großen Fläche (auf dem Folgengute bei Tharand) pro Hectar 3,486000 Kil. Wasser abflossen, welche Menge 66 Prc. des in derselben Zeit niedergefallenen Regenwassers ausmachte.

4. Nach den obigen Beobachtungen und Erfahrungen kann es nicht zweifelhaft sein, daß die im Ueberschuß vorhandene Bodenfeuchtigkeit in der That durch die Drainröhren vollständig abgeleitet wird; die Art und Weise, wie dieses geschieht, soll im Folgenden näher erörtert werden. In früherer Zeit war man der Ansicht, daß das Wasser zum größeren Theile durch die Poren der gebrannten Röhren in die letzteren eindringe, und glaubte deshalb die Porosität der Röhren durch Vermischung des Thones mit Sand oder mit allerlei organischen verbrennbaren Substanzen erhöhen zu müssen. Man hat aber überall die Erfahrung gemacht, daß dichte, scharf gebrannte und daher sehr dauerhafte Röhren sich am besten bewähren und eine vollkommen genügende Wirkung äußern, ungeachtet durch die Poren der Wandungen solcher Röhren nur eine sehr geringe Menge Wasser eindringen kann. Krocker in Proskau fand nämlich bei direkten Versuchen, daß eine 1 Fuß lange und 1¹/₂ Zoll weite Röhre in 24 Stunden im schwach gebrannten Zustande 4 bis

6 Loth, wenn sie aus Hechsel-Thon gefertigt war, 3 bis 4 Loth, und
scharf gebrannten Zustande nur 1 bis 2 Loth Wasser durchließ. Auch
marsch fand in scharf und schwach gebrannten Röhren nach 24 St
nur 3/4 bis 8 1/2 Loth Wasser. Nimmt man also an, daß im Mittel 5
Wasser durch die Wandung einer jeden Röhre eindringen, so würde
einem Röhrenzug von 55 Ruthen Länge (660 Stück Röhren)
110 Pfd. betragen, während nach direkter Messung bei Proskau ein
zug (56 Ruthen lang und 3 Fuß tief) in 24 Stunden im Monat Mai
bis 50000 Pfd. Wasser lieferte. Man wird daher annehmen können,
das Wasser fast ausschließlich durch die Stoßfugen
Drainzüge eindringt, wie in der That sehr leicht begreiflich ist, wenn
mit Parkes bedenkt, daß dieses auch nach dem heftigsten Regen nur
weise zu geschehen braucht. Ein Regenfall von 1/2 Zoll in 12 Stunden
für Deutschland schon sehr beträchtlich und ereignet sich selten; es beträgt
diesem Falle die Wassermasse für jeden Quadratfuß des Feldes 2 1/2 Pfd.
wenn die Röhrenstränge in 24 Fuß Entfernung von einander gelegt sind
jede Röhre 1 Fuß lang ist, so würde also durch jede Fuge das Wasser
24 Quadratfuß Oberfläche oder 60 Pfd. eindringen müssen. Unter gewöhn-
lichen Bodenverhältnissen braucht jenes Wasser 48 Stunden zum Versickern
Abfließen, es würde also pro Stunde auf jede Fuge nur etwa 1 1/4 Pfd.,
Minute 2/3 Loth Wasser kommen und es ist leicht zu berechnen, daß einzelne
Röhren, wenn sie auch nur halbvoll laufen, mehr als das Doppelte
Quantität in der genannten Zeit ableiten können.

Das Eindringen des Wassers in die Röhren erfolgt
nach den einfachen Gesetzen der Hydrostatik. In einem
Wasser übersättigten Boden verhält sich das erstere ähnlich wie in einem
fäße; es findet ein Druck statt von oben nach unten und das Wasser
nach und nach in alle früher mit Luft angefüllten Räume gelangen und
auch in die Drainröhren hineingedrängt werden; sobald nun dasselbe
die letzteren, je nach deren Gefälle, schneller oder langsamer abgeleitet
muß nothwendig so lange das Wasser von oben her nachfließen, als
haupt der Boden noch Feuchtigkeit im tropfbaren Zustande ausgibt und
das Niveau des überschüssigen Wassers bis auf die Tiefe der Drainzüge,
im Mittel bis 4 Fuß in den Untergrund gesunken ist. Wie die oberen Wasser-
theilchen auf die unteren, so drückt auch die atmosphärische Luft auf das
Boden befindliche Wasser und kann also je nach ihrem wechselnden Zustande
den Abfluß des Wassers, wenn auch nur im geringen Grade, fördern oder
hindern. Man bemerkt zuweilen, daß die Röhren, welche kein Wasser
geben, plötzlich wieder zu laufen anfangen, ohne daß direkte atmosphäri-

Niederschläge stattgefunden haben, wenn nämlich der Feuchtigkeitszustand der Luft sich änderte oder die Temperatur sich erniedrigte. Auch leichte Regen- oder Thauniederschläge bewirken oft, daß aufs Neue Wasser aus den Mündungen der Drainzüge austritt; dieses Wassers ist keineswegs durch jene Niederschläge dem Boden direkt zugeführt, sondern hat sich nur vermöge der Capillarität des Bodens aus den unteren Schichten bis zu einer gewissen Höhe gehoben, von welcher es mehr oder weniger wieder sinkt, wenn aus den angedeuteten Ursachen die an der Oberfläche stattfindende Verdunstung und damit auch die Capillarkraft des Bodes vermindert wird.

5. Es ist in keiner Weise Gefahr vorhanden, daß in Folge der Drainage ein dem Wachsthum der Pflanzen nachtheiliges Austrocknen des Bodens stattfinden werde. Sobald stockende Nässe in einem Boden bis wenige Zoll unter der Oberfläche desselben zugegen ist, und hier einen großen Theil des Jahres sich erhält, so werden dadurch die Pflanzen gehindert, ihre Wurzeln in die tieferen Schichten eindringen zu lassen, weil sie daselbst keine ihnen zusagende Nahrung finden; die Wurzeln breiten sich vielmehr nur in den oberen Schichten der Ackerkrume aus, soweit die letztere mit Pflug und Egge aufgelockert und mit Düngstoffen hinreichend versehen ist. Ein Boden solcher Art ist gerade am meisten der Gefahr des Ausdörrens und Ausbrennens ausgesetzt; wenn auch im Sommer die stockende Nässe tiefer in den Untergrund hinabsinkt, so werden doch meist die früher von derselben durchzogenen Schichten in einem so verschlossenen und zusammengeschwemmten Zustande zurückgelassen, daß auch in diesem Falle die Wurzeln der Pflanzen dieselben nicht zu durchdringen vermögen. Je weniger tief aber die Wurzeln in den Boden hinabgehen, um so dünner ist die Bodenschicht, aus welcher die Pflanzen die nöthige Feuchtigkeit entnehmen können, um so leichter muß daher, bei anhaltender Trockenheit, auch ein Mangel an derselben eintreten und die Vegetation also gehemmt und gestört werden. Je tiefer aber der Boden vor der Saat hat aufgelockert werden können, je feiner derselbe zerkrümelt worden ist, um so mehr hat er auch die Fähigkeit, die Thauniederschläge zurückzuhalten, desto tiefer läßt er mit der atmosphärischen Luft die in derselben enthaltene Feuchtigkeit eindringen, desto erfolgreicher werden auch die Pflanzen einer anhaltenden Dürre widerstehen können, selbst dann, wenn der Boden eine sehr sandige Beschaffenheit hat und also die Feuchtigkeit leicht verdunsten läßt.

6. Besonders häufig hat man früher die Befürchtung aussprechen hören, daß mit dem aus den Drainröhren abfließenden Wasser eine große Menge von auflöslicher Pflanzennahrung dem Boden entzogen werden müsse, und der letztere also in Folge dieser Entziehung leicht in den Zustand der Erschöpfung gerathen werde. Wenn man die überaus große Menge Wasser betrachtet,

welche aus den Mündungen der Drainzüge abfließt, so scheint jene Befürch-
auf den ersten Blick in der That gerechtfertigt; Analysen des Drainwassers
sowie Untersuchungen über das Verhalten des Bodens gegen die auflöslichen
Düngstoffe beweisen jedoch zur Genüge, daß die Ableitung der
stockenden Nässe aus dem Boden die Erschöpfung desselben
nicht beschleunigen, in keiner Weise nachtheilig wirken
kann. „Der Boden ist keineswegs ein passiver Zuschauer dessen, was in
ihm vorgeht; er ist nicht ein bloßer Versammlungsort für die Wurzeln der
Pflanzen und die Nahrungsstoffe, durch welche dieselben wachsen, sondern er
ist in der That der Magen der Pflanze; man kann noch weiter gehen und
sagen, daß die Natur dem Boden ganz dieselbe Funktion und Thätigkeit gege-
ben hat, welche in den Thieren dem Magensafte und dem Chylus zugetheilt
worden ist — nämlich die Funktion der Zubereitung und Verdauung der
Pflanzennahrungsstoffe" (Way). Die in dieser Richtung von Thompson
und Way angestellten Untersuchungen haben schon an einem andern Orte
dieses Werkes in der Bodenkunde S. 233 bis 237 Erwähnung gefunden;
dieselben beweisen, daß der lehmige Boden im hohen Grade die Fähigkeit hat,
das Kali, besonders aber das Ammoniak, also den werthvollsten Dünger-
bestandtheil zu absorbiren und zurückzuhalten, so daß jene Stoffe, wenn sie
auch mit dem Dünger in einem leicht löslichen Zustande dem Boden zugeführt
werden, hier sofort andere Verbindungen eingehen und dadurch der Gefahr
des Auswaschens fast vollständig sich entziehen.

Direkte Analysen des Drainwassers zeigen, daß dasselbe nur
sehr unbeträchtliche Mengen werthvoller Pflanzennahrungsstoffe dem Boden
entzieht. Im Mai 1852 wurde ein Drainwasser von mir untersucht, welches
nach einem starken Regen aus einem 4 Fuß tiefen und 500 Fuß langen
Röhrenzuge hell und klar ablief. Zur Vergleichung stelle ich die Analyse
des Drainwassers mit derjenigen des Brunnenwassers zusammen, welches
letztere aus einer Tiefe von reichlich 30 Fuß in geringer Entfernung von den
Drainanlagen aufgenommen wurde:

	Drainwasser.	Brunnenwasser.
Organische Substanz	0,257 Th.	0,104 Th.
Kohlensaurer Kalk	2,193 „	2,249 „
Kohlensaure Magnesia	0,310 „	0,473 „
Kohlensaures Kali	0,025 „	— „
Kohlensaures Natron	0,194 „	0,020 „
Chlornatrium	0,231 „	0,232 „
Schwefelsaures Kali	0,118 „	0,187 „
Thonerde und Eisenoxyd . . .	0,077 „	0,149 „
Kieselsäure	0,068 „	0,186 „
Phosphorsäure	Spuren	Spuren
	3,473 Th.	3,600 Th.
Wasser	9996,527 „	9996,400 „
	10000,000 Th.	1000,000 Th.

Der über den Drainröhren befindliche Boden zeigte in der Ackerkrume die folgende Zusammensetzung:

Steinchen	3,89 Prc.
Streusand	67,27 „
Staubsand	14,05 „
Thon	14,03 „
	99,24 Prc.
Wasserhaltende Kraft	= 33,30 „

Die chemische Analyse ergab:

Organische Substanz . . .	2,00 Prc.	Kohlensaures Kali	0,28 Prc.
Eisenoxyd und Thonerde . . .	2,55 „	Unlösliche Stoffe, Sand &c. .	94,62 „
Kohlensaurer Kalk	0,29 „		99,84
Kohlensaure Magnesia . . .	0,21 „		

Qualitativ wurden in diesem Boden noch sehr geringe Mengen von Phosphorsäure, Schwefelsäure und Chlor nebst unbedeutenden Spuren von Natron nachgewiesen. Auffallend ist zunächst die fast absolute Uebereinstimmung der Zusammensetzung des Drainwassers mit derjenigen des Brunnenwassers, woraus sich ergibt, daß wenigstens im obigen Falle das atmosphärische Wasser bereits 4 Fuß unter der Oberfläche die Bestandtheile nach Quantität und Qualität aufgenommen hatte, welche dasselbe enthält, wenn es eine 30 Fuß mächtige Bodenschicht durchdrungen hat und als Brunnenwasser wieder hervortritt. Die Gesammtmenge der festen Bestandtheile des Brunnenwassers habe ich in den verschiedenen Zeiten des Jahres sehr constant gefunden, dagegen bei dem Drainwasser wechselnd, und zwar möchte die oben angegebene Menge so ziemlich das Maximum an festen Stoffen andeuten, welches nur dann erreicht wird, wenn, wie es hier der Fall war, der Abfluß aus den Röhren eine Zeitlang unterbrochen ist und erst nach einem anhaltenden Regen wiederum stattfindet; das im Anfang ablaufende Wasser wird die relativ größte Quantität an festen Stoffen enthalten, später jedoch immer weniger dem Boden entziehen. Drei Tage nach dem Regen zeigte nämlich ein Drainwasser, welches von einer Wiese abgeleitet wurde, nur noch 0,01504 Prc. an festen Stoffen, also kaum halb so viel, als das oben erwähnte Wasser, welches bereits 18 Stunden nach dem Regenfalle, kurze Zeit nach dem Beginn des Abflusses aufgenommen worden war. Gleichfalls bemerkt man auch in dem Wasser weniger feste Substanz, wenn dasselbe im Frühjahr nach dem plötzlichen Aufthauen von großen Schneemassen aus den Mündungen der Drainzüge heraustritt. Am 5. April 1853 enthielt nämlich das Drainwasser, welches gesammelt wurde, als das Feld noch sehr naß war, in den Gräben noch Schnee sich vorfand und die Drainröhren fast ganz voll

liefen, nur 0,0262 Prc. an festen Stoffen, während die obige Analyse denn 0,0347 Prc. nachwies. Dagegen bestätigte sich das Charakteristische in der Zusammensetzung des Drainwassers auch in diesem Jahre vollkommen. Man bemerkt nämlich sehr deutlich, daß ungeachtet der untersuchte Boden verhältnißmäßig reich ist an Kali, dagegen arm an Kalk und besonders an Natron, dennoch im Drainwasser diese Mengenverhältnisse sich umgekehrt haben, so daß gerade Kalk und Natron vorherrschen; man sieht also, daß das Kali mit weit größerer Kraft im Boden zurückgehalten wird, vor dem Auswaschen geschützt bleibt, als die für die Vegetation weit weniger wichtigen, auch ungleich billigeren und daher leichter ersetzbaren basischen Stoffe des Kalkes und des Natrons. In der That kann in Folge der Drainage möglicherweise allmälig eine Erschöpfung des Bodens an Kalk bewirkt werden; wie langsam aber dieselbe erfolgen muß, ergibt sich zur Genüge daraus, daß bei einem Gehalt des Bodens an kohlensaurem Kalk von nur etwa 1/4 Prc. bis zu einer Tiefe von 4 Fuß, von der Fläche eines Hectars über 200 Millionen Kil. Wasser aus den Drainröhren abfließen müssen, ehe jener Kalkgehalt des Bodens völlig erschöpft ist, wobei angenommen wird, daß das Drainwasser stets so reich an Kalk ist, wie das oben untersuchte und keine Spur von dieser Substanz aufs Neue in dem Dünger dem Boden zugeführt wird. Das Letztere aber ist allerdings der Fall und zwar beträgt die im Dünger von Außen her aufgebrachte Quantität an Kalk oft mehr, als die dem Boden jährlich durch das Drainwasser und die Ernten entzogene Menge, da nicht allein der in den letzteren enthaltene Kalk fast vollständig wieder in den Dünger übergeht, sondern auch die in jeder Wirthschaft gewonnene Asche von Holz, Torf, Braun- oder Steinkohle eine reichliche und stets wiederkehrende Quelle von Kalk für den Acker und die Wiese bildet. Endlich muß man bedenken, daß auch ohne die Drainage eine nicht geringe Menge Kalk in den Untergrund jährlich versinken und also aus dem Bereiche der Pflanzenwurzeln heraustreten, noch mehr aber mit dem von der Oberfläche des Bodens abfließenden Wasser fortgeschwemmt werden muß. Wenn aber schon die Gefahr einer Erschöpfung des Bodens hinsichtlich des Kalkes nicht groß ist, so wird aus den früher angegebenen Gründen ein nachtheiliger Einfluß der Drainage in Betreff des Auswaschens der ungleich wichtigeren Pflanzennahrungsstoffe, des Kali's und namentlich des Ammoniaks noch viel weniger zu befürchten sein. In letzterer Hinsicht wird weit eher ein Verlust stattfinden, wenn auf dem nicht gedrainten Felde das atmosphärische Wasser nur zum geringeren Theile in den Boden eindringt, die größte Menge desselben aber von der Oberfläche abfließt und auf diese Weise viele werthvolle Stoffe aus der Ackerkrume mechanisch fortgeschwemmt oder in chemischer Auflösung ausgewaschen wer-

den. Ebenso wird vielleicht ein nachtheiliges Auswaschen des Bodens eintreten können, wenn die Drainröhren zu flach, z. B. nur 2 Fuß tief gelegt worden sind, da dann bei heftigen Regengüssen das Wasser zu schnell und gewaltsam in die Röhren eindringt oder die dünne Bodenschicht nicht ausreicht, um alle werthvollen Pflanzennahrungsstoffe in eine festere, in Wasser weniger leichtlösliche Verbindung überzuführen, namentlich wenn die Ackerkrume von sandiger Beschaffenheit und reichlich mit leichtlöslichen Substanzen gedüngt worden ist. Wenn aber die Drainröhren bis 4 Fuß tief in den Boden gelegt worden sind, dann erfolgt die Bindung des Ammoniaks und des Kali's in den oberen Bodenschichten so gut wie vollständig und das aus den Drainröhren abfließende Wasser wird nach Qualität und Quantität meist dieselben Bestandtheile enthalten, wie das in weit tieferen Erdschichten sich ansammelnde Brunnenwasser und somit der Ackerkrume selbst werthvolle, pflanzenernährende Stoffe in irgendwie bemerkenswerther Menge nicht entziehen.

Zu ähnlichen Schlußfolgerungen führen auch die von Knocher in Proskau mitgetheilten Analysen von Drainwasser, welches unter ganz anderen Bodenverhältnissen gesammelt worden war. Die procentische Zusammensetzung der betreffenden Bodenarten war nämlich:

Nr. 1. Lufttrockner Boden.

Feuchtigkeit	5,109	Kali	0,134
Glühverlust	1,536	Natron	0,480
Kohlensaurer Kalk	34,050	Chlornatrium	0,006
Kohlensaure Magnesia	1,344	Thon	46,282
Schwefelsaurer Kalk	0,069	Streusand	6,720
Eisenoxyd und Thonerde	1,805	Staubsand	1,550
Kieselerde	0,883		99,968

Nr. 2. Bei 100° getrockneter Boden.

a. Mechanische Analyse:		b. Chemische Analyse:	
Glühverlust	2,85	Glühverlust	2,855
Kies	15,15	Chlor und Phosphorsäure	Spuren
Grandiger Sand	8,33	Schwefelsäure	0,043
Streusand	56,62	Kieselsäure	0,015
Staubsand	9,04	Eisenoxyd	0,703
Thon	8,01	Thonerde	0,460
	100,00	Kalkerde	0,127
		Magnesia	0,052
		Kali	0,008
		Natron	0,006
		Thon, Sand, Kies	96,731
			100,00

Die erste Analyse bezieht sich auf einen Untergrund, welcher aus kalkreichen Letten besteht; die darüber lagernde Ackerkrume hat überall eine humose thonige Beschaffenheit und ist, je nachdem die kalkreiche Thonschicht tiefer erreicht oder tiefer liegt, mehr oder weniger kalkhaltig, während der Gehalt an organischer Substanz 3 bis 3,5 Prc. des bei 100° getrockneten Bodens beträgt. Die zweite Analyse betrifft einen sandig-kiesigen Boden, unter welchem in einer Tiefe von 5 bis 6 Fuß eine undurchlassende etwas kalkhaltige Lettenschicht lagert; der Boden war im Herbst 1852 mit Guano gedüngt worden und hatte Roggen getragen. Das Drainwasser Nr. 1 wurde am 1. April 1853 dem ersteren Boden entnommen, nachdem derselbe auf einer 7½ Hectaren großen Fläche gedraint worden war; das Wasser Nr. 2 war aus demselben Röhrenstrang, aber später am 1. Mai desselben Jahres gesammelt, nachdem in der Zwischenzeit 218 rheinländische Cubikzoll Regenwasser auf den Quadratfuß Bodenfläche gefallen war. Im Juni 1853 wurde ein Schlag von $2^1/_2$ Hectaren, an die in Nr. 1 bezeichnete Fläche anstoßend, gedraint und das ablaufende Wasser in den Hauptdrain, welcher auch das Wasser jener Fläche ableitet, geführt. Die Beschaffenheit des humosen Thonbodens war eine sehr ähnliche, wie auf der ersteren Fläche, der Untergrund bestand fast durchgängig aus kalkreichen Letten. Das ablaufende Wasser (Nr. 3) wurde im October 1853 untersucht und es fand sich durch das Hinzutreten dieses neuen Drainwassers die Zusammensetzung des früheren verändert. Das Drainwasser Nr. 4 war im October 1853 auf einem im Sommer des vorhergehenden Jahres gedrainten, 4 Hectaren großen Felde gesammelt, dessen Bodenbeschaffenheit aus der oben mitgetheilten mechanischen und chemischen Analyse zu erkennen ist. In 10,000 Th. Drainwasser waren enthalten:

	1.	2.	3.	4.
Organische Substanz	0,250	0,244	0,155	0,063
Kohlensaurer Kalk	0,837	0,840	1,266	0,794
Schwefelsaurer Kalk	2,084	2,095	1,139	0,166
Salpetersaurer Kalk	0,023	0,020	0,014	0,024
Kohlensaure Magnesia	0,701	0,691	0,466	0,260
Kohlensaures Eisenoxydul	0,043	0,037	0,037	0,017
Kali	0,023	0,021	0,020	0,016
Natron	0,109	0,152	0,126	0,098
Chlornatrium	0,076	0,080	0,068	0,025
Kieselerde	0,073	0,070	0,063	0,050
	4,219	4,250	3,354	1,522

Das von einem Felde nach einem starken Regen Anfang Juni und Mitte August 1853 durch die Wasserfurchen von der Oberfläche abfließende Wasser wurde gleichfalls der Analyse unterworfen. Der Bo-

war von ganz ähnlicher Beschaffenheit wie auf dem angrenzenden Felde, von welchem das Drainwasser Nr. 3 aufgenommen worden war. Der betreffende Acker hatte im Frühjahr 1852 eine Düngung mit Composterde und seitdem keine neue Düngung erhalten.

	Anfang Juni.	Mitte August.		Anfang Juni.	Mitte August.
Organische Substanz	0,630	0,560	Kali	0,043	0,055
Kohlensaurer Kalk	0,712	0,843	Natron	0,054	0,045
Schwefelsaurer Kalk	0,773	0,718	Chlornatrium	0,010	0,006
Salpetersaurer Kalk	0,016	0,023	Kieselerde	0,060	0,050
Kohlensaure Magnesia	0,270	0,165		2,589	2,473
Kohlensaures Eisenoxydul	0,021	0,011			

In sämmtlichen untersuchten Wässern wurden qualitativ noch Phosphorsäure und Ammoniak nachgewiesen, deren Menge war aber so gering, daß die quantitative Bestimmung dieser Bestandtheile unterbleiben mußte. Die organische Substanz und darin wohl auch der Stickstoff ist in dem von der Oberfläche des Bodens abfließenden Wasser relativ in größter Menge enthalten. Das Ammoniak kann in Folge der großen Anziehung der Bodenarten für diese Stickstoffverbindung mit dem Drainwasser niemals in beträchtlicher Menge von dem Felde fortgeführt werden, während hingegen der Stickstoff, wenn das Ammoniak in Salpetersäure verändert ist, in Form eines salpetersauren Salzes durch den Boden filtrirt und also aus dem Boden ausgewaschen wird. Diese Fortführung geschieht in gleichem Grade im thonigen wie im sandigen Boden und zwar scheint die völlige Aufnahme schon in den obersten Schichten statt zu finden, wo auch die Salpetersäure unter dem Einfluß der atmosphärischen Luft aus dem Ammoniak gebildet wird. Unter den mineralischen Substanzen überhaupt betrifft die Fortführung am meisten den kohlensauren Kalk, Gips, die kohlensaure Magnesia und die Natronsalze, während die Menge der Kaliverbindungen in dem Drainwasser zurücktritt, dagegen in dem von der Oberfläche des Feldes abfließenden Wasser eine relativ größere ist. Diese Resultate befinden sich in völliger Uebereinstimmung mit den Ergebnissen der von mir ausgeführten Drainwasseranalysen. Als die werthvollsten Bestandtheile, welche in dem Drainwasser in quantitativ bestimmbarer Menge enthalten sind, müssen das Kali und die salpetersauren Salze angesehen werden; wenn man bei einem mittleren jährlichen Regenfalle von 24 Zoll annimmt, daß ein Drittel des Regenwassers oder etwa 2 Millionen Kil. durch die Drainröhren von der Fläche eines Hectares abgeleitet wird, so würde dennoch die Menge des Kali's und der salpetersauren Salze, die auf diese Weise für die Vegetation verloren gehen könnte, pro Hectare nur 4 bis 5 Kil. betragen, welcher Verlust bei dem

verhältnißmäßig großen Gehalt des fruchtbaren Bodens an Stickstoff- und Kaliverbindungen wohl kaum irgend eine Bedeutung gewinnen kann.

7. Die Ursachen, weßhalb die Trockenlegung nasser, kalter und [illegible] Ländereien nothwendig die Ertragsfähigkeit der letzteren erhöhen muß, ergeben sich aus dem Vorhergehenden von selbst. Es mag hier am Schluß des Kapitels eine kurze Wiederholung Platz finden, welcher einige ergänzende Nachträge beizufügen sein möchten.

a. Der Boden wird in Folge der Drainage wärmer. Es ist natürlich, daß, wenn eine geringere Menge Wasser aus dem Boden zu verdunsten braucht, auch die Verdunstungskälte sich vermindern muß und daher der Boden selbst von den Sonnenstrahlen um so leichter und bis zu einer größeren Tiefe durchwärmt werden wird. Die oberen Schichten der Ackerkrume nehmen bekanntlich unter dem Einfluß des direkt einfallenden Sonnenlichtes oft eine sehr hohe Temperatur an, welche nicht selten um 10 bis 15° diejenige der umgebenden Luft übersteigt. Das Regenwasser hat in der Regel ziemlich gleiche Temperatur mit der Luft; wenn daher das erstere nicht vollständig in den Boden eindringen kann, sondern großentheils von der Oberfläche abfließt, so muß auch eine Abkühlung der letzteren stattfinden und mit dem Wasser eine beträchtliche Menge Wärme dem Acker entzogen werden. Sowie aber in Folge der Drainage der Boden poröser wird und das atmosphärische Wasser vollständig aufzunehmen vermag, so dringt auch mit demselben die befruchtende Wärme in die tieferen Schichten der Ackerkrume ein. Im Frühjahr entweicht die Winterkälte nur sehr langsam aus dem Boden, dieses Entweichen wird aber im hohen Grade befördert, wenn die dann schon zeitweise eintretenden warmen Regen von dem entwässerten Boden aufgenommen werden und nicht zum großen Theile von der Oberfläche wieder abfließen müssen. Der Frost wird aus einem gedrainten Boden ungleich schneller verschwinden als aus einem ungedrainten und dadurch der sich entwickelnden Vegetation um so weniger hinderlich sein. Parkes beobachtete auf einem sumpfigen Terrain, welches erst theilweise trocken gelegt war, in den unteren Schichten des ungedrainten Bodens eine Temperatur von 7°,7 C. und daß dieselbe in jeder Tiefe über 1 Fuß unter der Oberfläche constant blieb; in dem gedrainten Boden dagegen stieg die Wärme zu derselben Zeit in einer Tiefe von 31 Zoll allmälig bis 9° C. und erst bei 4 Fuß Tiefe fand kein Wechsel der Temperatur mehr statt. Bei 7 Zoll Tiefe zeigte der gedrainte Boden am Thermometer 9½°, nach einem warmen Gewitterregen dagegen 19°, also gerade die doppelte Höhe. Im Mittel aus 35 Beobachtungen ergab sich, daß der entwässerte Boden in einer Tiefe von 7 Zoll um 5½° wärmer war, als der nicht entwässerte in derselben Tiefe.

b. Der Boden wird lockerer. Es ist bekannt, daß eine Ackerkrume, welche zeitweise an stockender, überschüssiger Nässe leidet, auch nach dem Austrocknen fest und verschlossen ist, zusammengeschwemmt erscheint, wie mit einer harten, steinartigen Kruste überzogen und in diesem Zustande den Ackerinstrumenten großen Widerstand darbietet; gleichfalls wird ein Acker, der im durchnäßten Zustande bestellt werden mußte, stets eine compakte, verschlossene Beschaffenheit behalten, niemals einen gleichmäßig gepulverten, lockeren und milden Charakter annehmen, wie er am meisten geeignet ist, das Wachsthum der Kulturpflanzen zu unterstützen; sobald aber in Folge der Drainage niemals ein Ueberschuß von Feuchtigkeit oder tropfbar flüssiges Wasser im Boden sich ansammeln und daselbst längere Zeit verbleiben kann, so findet auch kein Verschlemmen oder Zusammenschwimmen statt, der Acker behält seine krümelige, milde Beschaffenheit; er läßt sich leicht und fast bei jeder Witterung bearbeiten.

c. Der Boden wird tiefer. Wo eine flache Ackerkrume über einem nassen Untergrunde lagert, ist niemals auf eine reichliche Ernte zu hoffen. Die Wurzeln ziehen sich in geringer Tiefe unter der Oberfläche hin, vermögen also nur aus einer dünnen Bodenschicht ihre Nahrung zu ziehen, die Pflanze kann nicht zu einer üppigen Entwicklung gelangen oder erhält, nach reichlicher Düngung der Ackerkrume, ein schwammiges, weichliches Aussehen und lagert sich bei einem starken Winde oder nach jedem Regenguß; die Körner gelangen nicht zur vollkommenen Ausbildung. Mit der Trockenlegung eines solchen Bodens aber vertieft man denselben; der Untergrund wird poröser, die früher vorhandenen sauren, also schädlichen Humusstoffe werden mit dem Drainwasser fortgeführt und unter dem Einfluß der jetzt frei eindringenden atmosphärischen Luft in milden, fruchtbaren Humus umgewandelt; die unorganischen, im Untergrunde enthaltenen Nahrungsstoffe werden aufgeschlossen, die Wurzeln finden nun in den tieferen Schichten eine ihnen zusagende Wohnstätte und Nahrung, sie dringen jetzt oft 2 bis 3 Fuß tief, die ganze Pflanze wird fest und stark, entwickelt sich üppig und trägt reichliche und gesunde Früchte. Erst nach der Trockenlegung eines nassen Bodens ist überhaupt eine tiefere Bearbeitung und also eine intensive Kultur möglich.

d. Der Boden wird thätiger und reicher. Die größere oder geringere Thätigkeit des Bodens ist dadurch bedingt, daß die Prozesse der Verwesung und Verwitterung schneller oder langsamer in demselben stattfinden; diese Prozesse werden beschleunigt, weil der Boden nach der Drainage lockerer und also dem zersetzenden Einfluß der Atmosphäre und der Sonnenwärme, bei Gegenwart von hinreichender, aber nicht übermäßiger Feuchtigkeit, zugänglicher wird. Die im Boden vorhandene Pflanzennahrung wird auf solche

Weise in kürzerer Zeit und in größerer Menge in den löslichen und der Vege-
tion zuträglichen Zustand übergeführt und der Boden hierdurch indirekt mehr
und fruchtbarer, während derselbe auch direkt an Ernährungsfähigkeit gewinnt,
weil nun auch mit der atmosphärischen Luft die in derselben enthaltenen Pfla-
zenernährenden Stoffe reichlicher von der aufgelockerten Ackerkrume und dem
poröser gewordenen Untergrunde aufgenommen und zurückgehalten werden.

e. Der Boden wird endlich sicherer und also durch die Drainage in jeder Hinsicht verbessert. Abgesehen von den mehr oder weniger dem Ackerbau günstigen klimatischen Verhältnissen, leiden die Saaten am häufigsten in Folge einer zu nassen oder zu trocknen Witterung. Beide Ursachen einer schlechteren Ernte werden in ihren Wirkungen weniger gefährlich, wenn durch die Drainage einerseits für einen schnellen Abfluß der überflüssigen Nässe gesorgt ist und andrerseits eine tiefere Bodenschicht und damit auch ein größeres Reservoir von erfrischender und belebender Feuchtigkeit den Wurzeln der Pflanzen aufgeschlossen worden ist. Auch läßt der mürbe, tief gelockerte, gedrainte Boden die nächtlichen Thauniederschläge in der heißen Jahreszeit weit tiefer eindringen, als der zähe und verschlossene, ungedrainte Acker; der erstere hält eine weit größere Menge der Feuchtigkeit zurück, verhindert die schnelle Verdunstung derselben und absorbirt in höherem Grade die in der Luft vertheilten Wasserdünste. Die Theorie erklärt also zur Genüge die erfahrungsmäßig feststehende Thatsache, daß durch das Mittel der Drainage nasse, kalte und saure Ländereien in ihrer Ertragsfähigkeit sehr bedeutend gesteigert werden.

II. Kultur der ökonomischen Pflanzen und deren Einfluß auf die Quantität und Qualität der Ernten.

A. Die Bearbeitung des Ackers.

Thonige, undurchlassende Bodenarten werden in ihrer Ertragsfähigkeit in hohem Grade verbessert durch die Mittel der Drainage und des Tief-pflügens. Beide Bedingungen einer intensiven Kultur unterstützen sich gegenseitig in ihrer Wirkung; die Drainage wird ihrem Zwecke erst dann vollkommen entsprechen, wenn auch von der Oberfläche aus eine tiefe Auflockerung der Ackerkrume und des Untergrundes stattgefunden hat, weil nur in diesem Falle ein schnelles und vollständiges Eindringen des atmosphärischen Wassers auch bei heftigen Regengüssen bewirkt wird. Die tiefe Bearbeitung des Bodens wird nach der Drainage um so nothwendiger, wenn der Untergrund eine sehr zähe und undurchlassende Beschaffenheit und namentlich, wenn in geringer

Tiefe unter der Ackerkrume eine sehr dichte und harte Schicht von kalkigen oder stark eisenhaltigen Massen sich abgelagert hat, welche den Zutritt der Luft wie des Wassers verhindert. Im Winter 1842 ließ James M'Lea zu Braidwood in Schottland eine Fläche Landes mittelst Thonröhren (nur 15 Fuß weit) trocken legen; der Untergrund bestand aus einem harten und sehr zähen Thone. Nach gewöhnlicher Bestellung des Ackers wurden im Frühjahr Kartoffeln in frischen Dünger gelegt, welche sich sehr kümmerlich entwickelten und nur 2210 Kil. pro Hectar Ertrag gaben, also vollständig mißriethen. Das Feld wurde jetzt im Herbste 8 Zoll tief geackert und ein Theil der Fläche außerdem noch mit dem Untergrundpflug 7 Zoll, im Ganzen also 15 Zoll tief gelockert; im folgenden Jahre baute man Gerste und erntete pro Hectar:

	Körner.	Stroh.
Nach dem Untergrundpflügen	3842 Kil.	3576 Kil.
Ohne Anwendung desselben	3334 „	2917 „

Ein anderes Feld, welches ebenfalls im Winter 1842 gedraint worden war, lieferte im Sommer einen ziemlich geringen Ertrag an Hafer; nachdem ein Theil des Areals mit dem Untergrundpflug behandelt und die ganze Fläche im Jahre 1844 mit Turnips bestellt worden war, beobachtete man zu Gunsten der tieferen Auflockerung eine bedeutende Erhöhung der Ernte.

	Ertrag pro Hectar.
Nach dem Untergrundpflügen	66,246 Kil.
Ohne Anwendung desselben	53,469 „

Andrerseits wird man ebenso wenig von dem Auflockern des Untergrundes eine besonders günstige Wirkung erwarten können, wenn nicht vorher die etwa vorhandene, stockende Nässe oder das Uebermaß von Feuchtigkeit auf das Sorgfältigste entfernt worden ist. So lange der Boden in einem nassen, schmierigen Zustande sich befindet, ist überhaupt jede mechanische Bearbeitung nutzlos, die Erdtheilchen schwimmen bald wieder zusammen und es wird somit keine Auflockerung bewirkt; aber auch wenn der Untergrund bis zu der nöthigen Tiefe hinreichend ausgetrocknet ist und nun mit dem Untergrundpfluge aufgelockert wird, so möchte dennoch die dadurch bewirkte Verbesserung des Bodens nur kurze Zeit sich bemerkbar machen, da jedenfalls wieder eine Verdichtung des Untergrundes eintreten muß, sobald die nur bei anhaltender Trockenheit durch Verdunstung entfernte überschüssige Nässe im Boden sich wieder ansammelt. Ein englischer Landwirth brachte eine Fläche Landes in 3 Abtheilungen, von denen die erste (A) im Jahre 1843 gedraint und darauf mit dem Untergrundpflug aufgelockert, die zweite (B) nur auf die letztere Weise bearbeitet wurde, und die dritte Abtheilung ganz unberührt blieb; das Feldstück A befand sich vor 1843 in einem traurigen Zustande, war ganz naß und mit sauren

Gräsern bedeckt, während die Fläche C den besten Theil des Feldes bildete. A und C hatten in den 4 vorhergehenden Jahren pro Hectar geliefert:

	1839. Brache.	1840. Weizen.	1841. Heu.	1842. Hafer.
A.	—	18 Hectol.	2222 Kil.	$29^2/_3$ Hect.
C.	—	$23^1/_2$ „	4861 „	$39^1/_2$ „

Im Jahre 1844 reifte die Frucht auf A 8 Tage früher als auf C und 1845 war das saure Gras völlig verschwunden. Die Erträge waren pro Hectar:

	1843. Brache.	1844. Weizen.	1845. Bohnen.	1846. Hafer.
A.	—	27 Hectol.	$22^1/_2$ Hectol.	43 Hectol.
C.	—	$22^1/_2$ „	20 „	38 „

Das Feldstück B, welches ohne Entwässerung nur mit dem Untergrundpfluge behandelt worden war, lieferte gar keine Erträge, das Land war wie ein Schwamm geworden und noch nässer als früher.

Obgleich unter den hier angedeuteten Verhältnissen die alleinige Auflockerung des Untergrundes einen nachtheiligen Einfluß äußerte, so wird es doch Fälle geben, in welchen die Anwendung des Untergrundpfluges mit Vortheil stattfinden kann, auch ohne daß eine vollständige Drainage vorausgegangen ist. Bodenarten nämlich, welche im Untergrunde lehmige, nicht ganz undurchlassende Schichten zeigen oder wenn unmittelbar unter der Ackerkrume eine zusammenhängende, aber doch ziemlich mürbe und durchlassende Gebirgsart ansteht, welche, wie z. B. der Thon- und Glimmerschiefer, auch viele Kalk- und Sandsteine, in ihren Verwitterungsprodukten pflanzenernährende Stoffe liefert, derartige Bodenarten werden ohne Zweifel durch die Anwendung des Untergrundpfluges zu einer höheren Fruchtbarkeit bestimmt werden. Wo dagegen unter einer flachen Ackerkrume reiner Triebsand oder todter, roher Kies lagert, da kann von einer Vertiefung der Ackerkrume und überhaupt von einer intensiven Kultur nicht die Rede sein.

Die Theorie des Untergrundpfluges ist im Allgemeinen schon mit der Theorie der Drainage gegeben; es sollen durch die Auflockerung des Untergrundes wie durch das Mittel der Drainage die tieferen Bodenschichten der atmosphärischen Luft und der Sonnenwärme zugänglich, unter dem Einfluß dieser Agentien die in jenen Schichten angesammelten Nahrungsstoffe auflöslich, für die Pflanzen gleichsam genießbar gemacht werden; die Vegetation wird also mechanisch, wie chemisch in ihrer Entwickelung unterstützt, indem mit der Eröffnung neuer Nahrungsquellen und einem tieferen Eindringen der Wurzeln diese kräftiger sich ausbilden und weiter sich verzweigen und dadurch auch den über der Erde befindlichen Theilen der Pflanze mehr Halt und Festigkeit verleihen.

Durch das Untergrundpflügen werden die tieferen Bodenschichten nur gelockert, nicht aber an die Oberfläche gebracht und mit der eigentlichen Ackerkrume gemischt. Die Pflanzen werden also auch nach dieser Bodenbearbeitung ihre Nahrung wie früher fast ausschließlich in der Ackerkrume selbst finden, daher auch in dieser ihre Wurzeln ausbreiten und nur einige in die Tiefe senden, der Feuchtigkeit nachgehend oder einzelne Nahrungsstoffe aufsuchend, welche in den obern Bodenschichten vielleicht nicht in hinreichender Menge oder in passender Form zugegen sind; die Ackerkrume selbst wird durch das Untergrundpflügen nicht vertieft. Dagegen wird bei dem Tiefpflügen, Doppelpflügen und vorzugsweise bei dem Spatpflügen der Untergrund bis zu einer Tiefe von 12 und selbst 20 Zoll umgewendet und an die Oberfläche des Feldes gebracht, hier kürzere oder längere Zeit dem Einfluß der Atmosphäre ausgesetzt und dann mit der alten Ackerkrume vermischt, die letztere also vertieft und somit den Pflanzen eine dickere Bodenschicht angewiesen, welche ihnen überall gleichmäßig Nahrung darbietet und in welcher sie daher auch gleichmäßig ihre Wurzeln ausbreiten werden. Die Vortheile einer möglichst tiefen Bodenbearbeitung sind in England und Schottland zuerst erkannt und dort ist schon seit langer Zeit durch dieses Mittel die Ertragsfähigkeit des Bodens bedeutend gesteigert worden; da aber meistens gleichzeitig mit der Vertiefung der Ackerkrume auch die Drainage in Anwendung gebracht wurde, so ist es schwierig zu bestimmen, ein wie großer Theil des Erfolges einer jeden dieser beiden Methoden der Bodenverbesserung zuzuschreiben ist. Gewiß ist es, daß man in jenem Lande das Tiefpflügen und die Drainage als die Hauptbedingungen einer hohen Ertragsfähigkeit des Ackers betrachtet und daß nach deren Anwendung der Werth des Landes oft nicht nur um das Doppelte, sondern sogar um das Achtfache und Zehnfache erhöht worden ist. Einige Erfahrungen deutscher Landwirthe über die Vertiefung der Ackerkrume mögen hier Erwähnung finden. Fleck in Beerbaum hat einen dreijährigen Versuch über die Wirkung des Tiefpflügens auf einem Felde angestellt, das bei gleicher Düngung Kartoffeln, dann Erbsen und zuletzt Roggen getragen hat; die Erträge pro Hectar, nach Geldwerth berechnet, werden folgendermaßen angegeben:

	Ertrag.		Mehrkosten.		Gewinn.	
	Thlr.	Sgr.	Thlr.	Sgr.	Thlr.	Sgr.
Bei einer Pflugfurche von 5 Zoll . . .	314	16	—	—	—	—
Bei Anwendung des Doppelpfluges auf 7 Zoll	332	1	2	12	15	3
" " " " " 9 "	341	25	3	18	23	23
" " " " " 11 "	345	6	4	13	26	7

Ein weiteres Vertiefen der Ackerkrume mittelst des Spatpflügens hat in vielen Fällen ein noch günstigeres Resultat geliefert. Bähr in Kleingraupe (bei Dresden) hat auf 1 Hectar des

gespatpflügten Landes . . . . 18 Schock 43 Geb. Flachs und 352 Hectol. Möhren
zu 10 Zoll gepflügten Landes . . 13 „ 30 „ „ „ 151 „ „

geerntet, so daß also zu Gunsten des Spatpflügens ein Mehrertrag von 5 Schock 13 Geb. Flachs und von 201 Hectol. Möhren sich ergab, der wenigstens auf 80 Thlr. berechnet werden muß.

Schneider in Gönnsdorf hat im Jahre 1851 einen Theil des zu Raps bestimmten zweijährigen Kleelandes bis 18 Zoll tief gespatpflügt, einen anderen Theil zu 12 Zoll gedoppelpflügt, überall gleich stark gedüngt und in gleicher Weise bestellt; der Ertrag an Weizen war pro Hectar:

Auf dem gespatpflügten Lande . . . . . 31 Schock 48 Geb. und 29 Hectol. Körner
„ „ doppelt gepflügten Lande . . . . 46 „ 49 „ „ 19 „ „

also ein Mehrbetrag zu Gunsten des Spatpflügens von etwa 50 Thlr. pro Hectar, während die Kosten nur 11 Thlr. betrugen.

Andere Versuche über den Einfluß der Vertiefung der Ackerkrume auf die Quantität der Ernten sind auf Veranlassung des preußischen Landes-Oekonomie-Collegiums angestellt worden. Schmidt in Möhringen bei Stettin bearbeitete im Herbste 1850 ein $1^1/_4$ Hectar großes Stück schwarzen Lehmbodens mit etwas sandigem Untergrunde, wie unten angegeben ist, düngte im Winter die ganze Fläche mit 45 Fudern Mist und baute im nächsten Jahre auf verschiedenen Abtheilungen Möhren, Kartoffeln und Zuckerrüben, welche bei der Ernte pro Hectar ergaben:

	Möhren.	Kartoffeln.	Zuckerrüben
1. Gespatpflügt	$739^1/_2$ Hectol.	232 Hectol.	31432 Kil.
2. Rigolgepflügt	$679^1/_2$ „	$180^1/_2$ „	30612 „
3. Mit dem Untergrundpflug gepflügt .	$554^2/_3$ „	$176^1/_3$ „	29924 „
4. Zur gewöhnlichen Tiefe gepflügt . .	$438^1/_2$ „	129 „	31520 „
5. Gegraben	757 „	215 „	26600 „

Während bei der Kultur der Möhren und Kartoffeln die tiefe Bodenbearbeitung einen sehr günstigen Erfolg gezeigt hat, ist die Wirkung auf den Ertrag der Zuckerrüben auffallender Weise eine undeutliche oder sogar negative. Im folgenden Jahre, 1852, wurde auf den Versuchsflächen Gerste gebaut und es bewährte sich in deren Erträgen die nachhaltige Wirkung der tieferen Bodenbearbeitung vollkommen und ebenso deutlich sprach sich dieselbe in dem J. 1854 bei der Kultur des Weizens aus; die im J. 1853 gebauten Erbsen wurden auf allen Versuchsflächen durch Mehlthau zerstört; denn es lieferte 1 Hectar:

	1852.		1854.	
	Körner.	Stroh.	Körner.	Stroh.
	Kil.	Kil.	Hectol.	Kil.
Gespatpflügt	3452	4044	35,1	4612
Rigolgepflügt	2926	3314	30,7	4099
Mit dem Untergrundpflug gepflügt . .	2926	3316	29,0	3843
Gewöhnlich gepflügt	2401	3221	27,3	3587
Gegraben	3151	3623	35,1	4612

Ockel in Frankenfelde hat die Wirkung des Tiefpflügens bei der Kultur der Mohrrüben beobachtet; das Feld hatte im Jahre 1851 Hafer getragen und war darauf mit circa 20,000 Kil. Mist pro Hectar gedüngt, gepflügt, geeggt, am 13. April 1852, wie angegeben, bis zu verschiedener Tiefe bearbeitet und schon am 15. April besäet worden. Die einzelnen gleich großen Versuchsstücke, deren Flächenraum nicht bezeichnet ist, lieferten die folgenden Erträge:

	Tiefe der Bearbeitung.	Rüben.	Kraut.
	Zoll.	Kil.	Kil.
Nr. 1. Gespatpflügt auf	16	5894	971
„ 2. Rigolgepflügt	14	5097	717
„ 3. Mit dem Untergrundpflug gepflügt . .	14	5058	747
„ 4. Gegraben auf	10 bis 11	5039	613
„ 5. In gewöhnlicher Tiefe gepflügt auf . . .	6	4707	698

Die Unterschiede in den Ernteerträgen sind hier nicht so bedeutend, wie in den vorher mitgetheilten Versuchen; jedenfalls wäre die Wirkung der tiefen Bodenbearbeitung und Auflockerung noch deutlicher hervorgetreten, wenn man die letztere bereits im Herbste und nicht erst im Frühjahr unmittelbar vor der Einsaat vorgenommen hätte.

Der Landwirth muß überall seine Kulturen den vorhandenen Boden- und klimatischen Verhältnissen anzupassen wissen und durchgreifende Veränderungen in der bisherigen Bestellungsweise seiner Felder vorsichtig, zunächst versuchsweise nach kleinerem Maßstabe bewerkstelligen. Er wird in diesem Falle die Erfahrung machen, daß eine plötzliche, bedeutende Vertiefung der Ackerkrume nur unter gewissen Bedingungen stattfinden darf und daß es Bodenarten gibt, in welchen eine tiefere Bearbeitung nicht räthlich erscheint oder doch nur mit Vortheil ausgeführt werden kann, nachdem andere Meliorationen vorausgegangen sind. Es wurde bereits erwähnt, daß zu nasse Felder nothwendig entwässert, oft auch vorher mehrmals mit dem Untergrundpfluge gelockert und überhaupt hinsichtlich der Vertiefung der Ackerkrume um so vorsichtiger behandelt werden müssen, je mehr die früher vorhandene stockende Nässe zu der Bildung von Säure im Boden oder von eisenoxydulhaltigen Schichten, von Ort- und Raseneisenstein im Untergrunde Veranlassung gegeben hat.

Gräsern bedeckt, während die Fläche C den besten Theil des Feldes bilde
A und C hatten in den 4 vorhergehenden Jahren pro Hectar geliefert:

	1839. Brache.	1840. Weizen.	1841. Heu.	1842. Hafer.
A.	—	18 Hectol.	2222 Kil.	$29^2/_3$ Hectol.
C.	—	$23^1/_2$ „	4861 „	$39^1/_2$ „

Im Jahre 1844 reifte die Frucht auf A 8 Tage früher als auf C und 1845 war das saure Gras völlig verschwunden. Die Erträge waren pro Hectar

	1843. Brache.	1844. Weizen.	1845. Bohnen.	1846. Hafer.
A.	—	27 Hectol.	$22^1/_2$ Hectol.	43 Hectol.
C.	—	$22^1/_2$ „	20 „	38 „

Das Feldstück B, welches ohne Entwässerung nur mit dem Untergrundpfluge behandelt worden war, lieferte gar keine Erträge, das Land war ein Schwamm geworden und noch nässer als früher.

Obgleich unter den hier angedeuteten Verhältnissen die alleinige Auflockerung des Untergrundes einen nachtheiligen Einfluß äußerte, so wird es doch Fälle geben, in welchen die Anwendung des Untergrundpfluges mit Vortheil stattfinden kann, auch ohne daß eine vollständige Drainage vorausgegangen ist. Bodenarten nämlich, welche im Untergrunde lehmige, nicht ganz undurchlassende Schichten zeigen oder wenn unmittelbar unter der Ackerkrume eine zusammenhängende, aber doch ziemlich mürbe und durchlassende Gebirgsart ansteht, welche, wie z. B. der Thon- und Glimmerschiefer, und viele Kalk- und Sandsteine, in ihren Verwitterungsprodukten pflanzenernährende Stoffe liefert, derartige Bodenarten werden ohne Zweifel durch die Anwendung des Untergrundpfluges zu einer höheren Fruchtbarkeit bestimmt werden. Wo dagegen unter einer flachen Ackerkrume reiner Triebsand oder todter, roher Kies lagert, da kann von einer Vertiefung der Ackerkrume und überhaupt von einer intensiven Kultur nicht die Rede sein.

Die Theorie des Untergrundpfluges ist im Allgemeinen schon mit der Theorie der Drainage gegeben; es sollen durch die Auflockerung des Untergrundes wie durch das Mittel der Drainage die tieferen Bodenschichten der atmosphärischen Luft und der Sonnenwärme zugänglich, unter dem Einfluß dieser Agentien die in jenen Schichten angesammelten Nahrungsstoffe auflöslich, für die Pflanzen gleichsam genießbar gemacht werden; die Vegetation wird also mechanisch, wie chemisch in ihrer Entwickelung unterstützt, indem mit der Eröffnung neuer Nahrungsquellen und einem tieferen Eindringen der Wurzeln diese kräftiger sich ausbilden und weiter sich verzweigen und dadurch auch den über der Erde befindlichen Theilen der Pflanze mehr Halt und Festigkeit verleihen.

Art der zu kultivirenden Früchte, durch die Beschaffenheit des Bodens, des Klima's und der Witterung. Einige Pflanzen, wie die Oelfrüchte und im Allgemeinen die sogenannten Handelsgewächse (Karden, Tabak rc.), aber auch die Hackfrüchte, wie Kartoffeln und namentlich Rüben, verlangen einen mehr gelockerten Boden und daher eine häufigere Bearbeitung desselben, als die Halmfrüchte und oft auch die Hülsenfrüchte. Besonders aber ist es die Bodenbeschaffenheit, welche hier bestimmend auftritt; ein schwerer und verschlossener Boden muß mittelst der Ackerwerkzeuge der Luft zugänglich und zur Aufnahme der jungen, feinwurzeligen Pflanzen geeignet gemacht werden, während ein lockerer Sandboden nicht so häufig bearbeitet zu werden braucht, weil er in dieser Hinsicht bereits die nöthigen Eigenschaften besitzt. Ein sehr verwilderter und vernachlässigter Boden muß durch häufige und sorgfältige Behandlung mit Pflug und Egge von Unkräutern gereinigt und in einen gleichförmigen Zustand versetzt werden. Wo eine Ackerkrume geneigt ist, nach jedem Regen zusammenzuschwimmen und an der Oberfläche eine harte und dichte Kruste zu bilden, da wird bei ungünstiger Witterung immer auf's Neue eine Bearbeitung und mechanische Auflockerung des Bodens nöthig, theils vor der Saat und Bestellung des Feldes, theils auch, bei den Hackfrüchten, während des Wachsthums der Pflanzen, namentlich in den ersten Perioden der Vegetation. Wie Pflug und Egge, so wirken zur Auflockerung und Reinigung des Bodens auch die übrigen Ackerinstrumente, namentlich der Hacken, der Igel, Scarificator und Exstirpator.

Ein weiteres Mittel zur mechanischen Verbesserung, zur Belebung und Erfrischung des Bodens, wurde viele Jahrhunderte hindurch unter allen Verhältnissen des Ackerbaues als unentbehrlich betrachtet. Gegenwärtig ist die reine schwarze Brache bei einem intensiven Betriebe der Landwirthschaft nur noch ausnahmsweise in Anwendung und wird nur dann für nöthig gehalten, wenn in einem verschlossenen und zähen Thonboden die Ackerkrume eine sehr feste und undurchdringliche Beschaffenheit angenommen und namentlich wenn das Unkraut in dem Grade die Ueberhand gewonnen hat, daß die Entwicklung und das Gedeihen der Kulturfrüchte unmöglich geworden ist. Der sorgsame Landwirth verhindert aber durch eine gute und rechtzeitige Bestellung und durch eine geeignete Fruchtfolge, daß überhaupt ein derartiger Zustand des Bodens eintritt. Der eigentliche Zweck der schwarzen Brache, nämlich Reinigung, Auflockerung und Verwitterung des Bodens, wird jetzt durch den Anbau theils von Hackfrüchten, theils von Blattfrüchten erreicht, durch welches letztere Mittel außerdem häufig noch eine direkte Bereicherung des Bodens an wichtigen Pflanzennahrungsstoffen bewirkt wird, wie in einem späteren Abschnitte dieser Ausarbeitung nachgewiesen werden

gespatpflügten Landes . . . . 18 Schock 43 Geb. Flachs und 352 Hectol. Möh-
zu 10 Zoll gepflügten Landes . . 13 „ 30 „ „ „ 151 „ .

geerntet, so daß also zu Gunsten des Spatpflügens ein Mehrertrag an 5 Schock 13 Geb. Flachs und von 201 Hectol. Möhren sich ergab, der wenigstens auf 80 Thlr. berechnet werden muß.

Schneider in Gönnsdorf hat im Jahre 1851 einen Theil des zu Weizen bestimmten zweijährigen Kleelandes bis 18 Zoll tief gespatpflügt, einen andern Theil zu 12 Zoll gedoppelpflügt, überall gleich stark gedüngt und in gleicher Weise bestellt; der Ertrag an Weizen war pro Hectar:

Auf dem gespatpflügten Lande . . . . . 31 Schock 48 Geb. und 29 Hectol. Kör-
„ „ doppelt gepflügten Lande . . . . 46 „ 49 „ „ 19 „ .

also ein Mehrbetrag zu Gunsten des Spatpflügens von etwa 50 Thlr. pro Hectar, während die Kosten nur 11 Thlr. betrugen.

Andere Versuche über den Einfluß der Vertiefung der Ackerkrume auf die Quantität der Ernten sind auf Veranlassung des preußischen Landes-Oekonomie-Collegiums angestellt worden. Schmidt in Möhringen bei Stettin bearbeitete im Herbste 1850 ein 1¼ Hectar großes Stück schweren Lehmbodens mit etwas sandigem Untergrunde, wie unten angegeben ist, düngte im Winter die ganze Fläche mit 45 Fudern Mist und baute im näch-sten Jahre auf verschiedenen Abtheilungen Möhren, Kartoffeln und Zucker-rüben, welche bei der Ernte pro Hectar ergaben:

	Möhren.	Kartoffeln.	Zuckerrüben.
1. Gespatpflügt	739½ Hectol.	232 Hectol.	31432 Kil.
2. Rigolgepflügt	679½ „	180½ „	30611 „
3. Mit dem Untergrundpflug gepflügt .	554⅔ „	176⅓ „	29924 „
4. Zur gewöhnlichen Tiefe gepflügt . .	438½ „	129 „	31520 „
5. Gegraben	757 „	215 „	28609 „

Während bei der Kultur der Möhren und Kartoffeln die tiefe Boden-bearbeitung einen sehr günstigen Erfolg gezeigt hat, ist die Wirkung auf den Ertrag der Zuckerrüben auffallender Weise eine undeutliche oder sogar negative. Im folgenden Jahre, 1852, wurde auf den Versuchsflächen Gerste gebaut und es bewährte sich in deren Erträgen die nachhaltige Wirkung der tieferen Bodenbearbeitung vollkommen und ebenso deutlich sprach sich dieselbe in dem J. 1854 bei der Kultur des Weizens aus; die im J. 1853 gebauten Erbsen wurden auf allen Versuchsflächen durch Mehlthau zerstört; dagegen lieferte 1 Hectar:

a. Die Halmfrüchte.

1. Der Weizen.

Der englische Landwirth Barclay hat im Jahre 1844 Versuche angestellt über den Einfluß des Dünn- und Dickfäens, der Drillsaat, des Dibbelns und der breitwürfigen Saat auf die Ernteerträge des Weizens. Der Boden war sehr gleichförmig, ein tiefer Lehm auf Kalk-Unterlage, die Vorfrucht Kleebrache mit Pferchdüngung. Das Feld wurde wegen der Pferchdüngung nur 5 Zoll tief gepflügt, am 7. December besäet und die Saat im Frühjahr 1844 behackt, mit Ausnahme der breitwürfigen Saat, welche man mit der Egge bearbeitete. Auf Nr. 2. und 3. (dünne Saat) waren die Pflanzen am kräftigsten und sahen während der ganzen Vegetationszeit am besten aus, bei der Ernte jedoch ergab sich, daß Körner und Stroh von geringerer Qualität war, besonders auf Nr. 2, wo die Saat durch Mehlthau ein wenig gelitten zu haben schien. Die Ernteergebnisse waren die folgenden:

Nr.	Aussaat pr. Hectar. Hectoliter.	Methode der Saat.	Ertrag an Körnern. Kil.	Ertrag an Stroh. Kil.
1.	$2^1/_4$	Gedrillt, 9 Zoll	2204	3220
2.	$^9/_{10}$	Gedrillt, 12 Zoll	1438	2346
3.	$^9/_{10}$	Gedibbelt, 12 Zoll	1818	2898
4.	$1^3/_5$	Gedibbelt, 9 Zoll	2087	3312
5.	$2^1/_4$	Breitwürfig gesäet	2392	3864

Die Resultate ähnlicher Versuche werden von einem Landwirth aus Essex (James Dean), ohne nähere Angabe der Bodenverhältnisse mitgetheilt. Hiernach wurden pro Hectar an Weizen geerntet:

Nr.	Methode	Aussaat	Ertrag.
Nr. 1.	Breitwürfig gesäet . .	$1^4/_5$ Hectol. pro Hectar	33 Hectoliter.
„ 2.	Gedrillt, 6 Zoll weit .	$1^4/_5$ „ „ „	$32^2/_3$ „
„ 3.	Gedrillt, 9 „ „ .	$1^4/_5$ „ „ „	34 „
„ 4.	Gedrillt, 9 „ „ .	$1^3/_5$ „ „ „	$33^1/_8$ „
„ 5.	Gedrillt, 9 „ „ .	$1^1/_3$ „ „ „	$31^1/_2$ „

Aus Nr. 3, 4 und 5 ersieht man, daß auch in diesen, wie bei den vorhergehenden Versuchen eine Verminderung des Saatquantums eine deutliche Abnahme in der Ernte bewirkte. Die passendste Menge an Weizen, welche auf die Fläche eines Hectars auszustreuen sein möchte, scheint zwischen $1^4/_5$ und $2^1/_4$ Hectoliter zu liegen, wobei es nach den obigen Versuchen gleichgültig ist, ob die Saat breitwürfig erfolgt, oder gedrillt, oder selbst gedibbelt wird. Dieses Saatquantum ist auch nach den Erfahrungen französischer und deutscher Landwirthe unter günstigen Boden-, klimatischen und Witterungsverhältnissen das

Derartige Bildungen bemerkt man in den tieferen Schichten eines thonigen, also ziemlich verschlossenen Bodens; wollte man in solchem plötzlich den Untergrund bis zu einer bedeutenden Tiefe umbrechen und der bisherigen Ackerkrume vermischen, dann müßte man den so behandelten Boden einer ein- oder mehrjährigen schwarzen Brache unterwerfen und gleichzeitig sehr stark düngen, ehe man lohnende und mit den aufgewandten Kosten in Verhältniß stehende Ernten von demselben gewinnen könnte. Thonige und zähe Bodenarten werden zweckmäßig nach und nach vertieft und müssen außerdem nach jeder Vertiefung reichlich mit Stallmist, namentlich aber mit schnell wirkenden Düngmitteln, z. B. Jauche versehen werden, weil auf diese Weise die nöthige Gährung und Verwitterung des Bodens befördert wird und der letztere bald zu einer lockeren, krümlichen Masse zerfällt. Alle genannten Lehmböden mit ziemlich gleichartigem, nicht ganz undurchlassendem Untergrunde, gestatten eine weit schnellere Vertiefung der Ackerkrume, sie sind vorzugsweise geeignet, durch das Mittel des Doppel- und Spatpflügens ihre Ertragsfähigkeit zu steigern, während eine rein sandige oder kiesige Unterlage eine tiefere Bearbeitung von selbst verbietet oder nur dann als zweckmäßig erscheinen läßt, wenn vielleicht eine sehr thonige oder zu humose Ackerkrume durch derartige Beimischungen in ihren physikalischen Eigenschaften verbessert werden kann und wenn ungewöhnlich große Mengen eines kräftigen Stall- oder Compostdüngers zu Gebote stehen, in welchem Falle unter allen Bodenverhältnissen eine tiefe Bearbeitung stattfinden muß, weil zu große Düngermassen in einer flachen Ackerkrume vertheilt, unfehlbar im Getreide Lager und somit eine mangelhafte Ausbildung der Körner bewirken. Bei jeder Art von Bodenvertiefung muß als Regel gelten, daß dieselbe nur im Herbste oder in der reinen Brache vorgenommen werden darf, damit die heraufgebrachte Erde möglichst lange Zeit vor der Wiederbestellung des Ackers dem gleichsam belebenden Einfluß der Luft und des Temperaturwechsels ausgesetzt bleibt.

Das gewöhnliche Pflügen wird gleichfalls unternommen, um die tieferen Schichten der Ackerkrume von Zeit zu Zeit dem oxydirenden und verwitternden Einfluß der Atmosphäre auszusetzen, damit theils die schon vorhandene Pflanzennahrung leichter und vollständiger zur Thätigkeit gelangen kann, theils organische und mineralische Bestandtheile des Bodens in einen für das Wachsthum der Pflanzen gedeihlichen Zustand übergeführt werden. Der Acker muß gepflügt werden, um die Unkräuter zu zerstören, deren Ausbreitung zu verhindern und namentlich um einer neuen Vegetation vorzugsweise in deren Jugend eine passende Wohnstätte zu bereiten, die Entwicklung derselben zu unterstützen. Die Zahl der Pflugfurchen, welche man dem Boden vor der Saat zu geben hat, ist sehr verschieden und wird bedingt durch die

Art der zu kultivirenden Früchte, durch die Beschaffenheit des Bodens, des Klima's und der Witterung. Einige Pflanzen, wie die Oelfrüchte und im Allgemeinen die sogenannten Handelsgewächse (Karden, Tabak ꝛc.), aber auch die Hackfrüchte, wie Kartoffeln und namentlich Rüben, verlangen einen mehr gelockerten Boden und daher eine häufigere Bearbeitung desselben, als die Halmfrüchte und oft auch die Hülsenfrüchte. Besonders aber ist es die Bodenbeschaffenheit, welche hier bestimmend auftritt; ein schwerer und verschlossener Boden muß mittelst der Ackerwerkzeuge der Luft zugänglich und zur Aufnahme der jungen, feinwurzeligen Pflanzen geeignet gemacht werden, während ein lockerer Sandboden nicht so häufig bearbeitet zu werden braucht, weil er in dieser Hinsicht bereits die nöthigen Eigenschaften besitzt. Ein sehr verwilderter und vernachlässigter Boden muß durch häufige und sorgfältige Behandlung mit Pflug und Egge von Unkräutern gereinigt und in einen gleichförmigen Zustand versetzt werden. Wo eine Ackerkrume geneigt ist, nach jedem Regen zusammenzuschwimmen und an der Oberfläche eine harte und dichte Kruste zu bilden, da wird bei ungünstiger Witterung immer auf's Neue eine Bearbeitung und mechanische Auflockerung des Bodens nöthig, theils vor der Saat und Bestellung des Feldes, theils auch, bei den Hackfrüchten, während des Wachsthums der Pflanzen, namentlich in den ersten Perioden der Vegetation. Wie Pflug und Egge, so wirken zur Auflockerung und Reinigung des Bodens auch die übrigen Ackerinstrumente, namentlich der Hacken, der Igel, Scarificator und Exstirpator.

Ein weiteres Mittel zur mechanischen Verbesserung, zur Belebung und Erfrischung des Bodens, wurde viele Jahrhunderte hindurch unter allen Verhältnissen des Ackerbaues als unentbehrlich betrachtet. Gegenwärtig ist die reine schwarze Brache bei einem intensiven Betriebe der Landwirthschaft nur noch ausnahmsweise in Anwendung und wird nur dann für nöthig gehalten, wenn in einem verschlossenen und zähen Thonboden die Ackerkrume eine sehr feste und undurchdringliche Beschaffenheit angenommen und namentlich wenn das Unkraut in dem Grade die Ueberhand gewonnen hat, daß die Entwicklung und das Gedeihen der Kulturfrüchte unmöglich geworden ist. Der sorgsame Landwirth verhindert aber durch eine gute und rechtzeitige Bestellung und durch eine geeignete Fruchtfolge, daß überhaupt ein derartiger Zustand des Bodens eintritt. Der eigentliche Zweck der schwarzen Brache, nämlich Reinigung, Auflockerung und Verwitterung des Bodens, wird jetzt durch den Anbau theils von Hackfrüchten, theils von Blattfrüchten erreicht, durch welches letztere Mittel außerdem häufig noch eine direkte Bereicherung des Bodens an wichtigen Pflanzennahrungsstoffen bewirkt wird, wie in einem späteren Abschnitte dieser Ausarbeitung nachgewiesen werden

soll. Zahlreiche und ausgedehnte Felder, welche früher fast nutzlos der [illegible] Brache geopfert wurden, tragen jetzt unausgesetzt in jedem Jahre [illegible] Pflanzen, während zu gleicher Zeit, und zwar ohne Brache, die Ertragsfähigkeit des Bodens überhaupt durch andere Mittel beträchtlich gesteigert [illegible]den ist.

B. Einfluß der Kultur auf die Qualität und Quantität der Ernten.

Von den zahlreichen Erfahrungen, welche man unter den abweichenden durch Boden, Klima und althergebrachte Sitte bedingten Verhältnissen [illegible] Ackerbaues bei der Kultur der ökonomischen Pflanzen gesammelt hat, [illegible] wir als Grundlage für die in diesem Werke angestellten Erörterungen nur [illegible] wenige und zwar solche Erfahrungen benutzen, welche gestützt sind durch [illegible] Versuche und Untersuchungen und erst hierdurch einen bleibenden wissenschaftlichen Werth erlangt haben. Leider ist die Zahl und der wissenschaftliche Werth der bisher angestellten Kulturversuche noch sehr gering und zwar [illegible] so mehr, da diese wenigen Versuche nur selten in Verbindung mit den nöthigen chemischen Untersuchungen zur Ausführung gelangten. Erst in der allerneuesten Zeit hat man die Früchte des Feldes mehrfach umfassenden und genauen chemischen Untersuchungen unterworfen; aber auch bei den letzteren sind [illegible] von den Chemikern große Fehler begangen worden, theils weil man es [illegible] verstand oder es unterließ, ein passendes Material für derartige Untersuchungen auszuwählen, theils aber und besonders, weil man die praktisch wichtigen Fragen, deren Lösung man doch unter Beihülfe der chemischen Analyse [illegible] bewirken suchte, in ihrer ganzen Bedeutung aus Unkenntniß der praktischen Interessen nicht zu würdigen vermochte.

Es ist meine Absicht, hier theils den Nahrungswerth der verschiedenen Kulturpflanzen und deren einzelnen Theile im Allgemeinen, mit Zugrundelegung der chemischen Analyse, also vom wissenschaftlichen Standpunkte aus zu [illegible]stimmen, theils auch den Einfluß gewisser Kulturmethoden oder klimatischer und anderer Verhältnisse auf die Bestandtheile jener Pflanzen, soweit [illegible] für jetzt möglich ist, nachzuweisen. In dieser vorzugsweise praktischen Richtung wird es genügen, wenn wir ausschließlich die Hauptbestandtheile [illegible] Pflanzen oder gewisse Gruppen derselben ins Auge fassen, und wiederum [illegible]den wir uns nur mit den organischen Substanzen zu beschäftigen brauchen, da nur diese den eigentlichen Werth der landwirthschaftlichen Produkte [illegible] machen, während in dieser Hinsicht die mineralischen Bestandtheile eine [illegible] untergeordnete Rolle spielen und auch schon in der Lehre von der Ernährung der Pflanze die genügende Beachtung gefunden haben.

a. Die Halmfrüchte.

1. Der Weizen.

Der englische Landwirth Barclay hat im Jahre 1844 Versuche angestellt über den Einfluß des Dünn- und Dicksäens, der Drillsaat, des Dibbelns und der breitwürfigen Saat auf die Ernteerträge des Weizens. Der Boden war sehr gleichförmig, ein tiefer Lehm auf Kalk-Unterlage, die Vorfrucht Kleebrache mit Pferchdüngung. Das Feld wurde wegen der Pferchdüngung nur 5 Zoll tief gepflügt, am 7. December besäet und die Saat im Frühjahr 1844 behackt, mit Ausnahme der breitwürfigen Saat, welche man mit der Egge bearbeitete. Auf Nr. 2. und 3. (dünne Saat) waren die Pflanzen am kräftigsten und sahen während der ganzen Vegetationszeit am besten aus, bei der Ernte jedoch ergab sich, daß Körner und Stroh von geringerer Qualität war, besonders auf Nr. 2, wo die Saat durch Mehlthau ein wenig gelitten zu haben schien. Die Ernteergebnisse waren die folgenden:

Nr.	Aussaat pr. Hectar. Hectoliter.	Methode der Saat.	Ertrag an Körnern. Kil.	Ertrag an Stroh. Kil.
1.	2¼	Gedrillt, 9 Zoll	2204	3220
2.	9/10	Gedrillt, 12 Zoll	1438	2346
3.	9/10	Gedibbelt, 12 Zoll	1818	2898
4.	1⅗	Gedibbelt, 9 Zoll	2087	3312
5.	2¼	Breitwürfig gesäet	2392	3864

Die Resultate ähnlicher Versuche werden von einem Landwirth aus Essex (James Dean), ohne nähere Angabe der Bodenverhältnisse mitgetheilt. Hiernach wurden pro Hectar an Weizen geerntet:

			Ertrag.
Nr. 1.	Breitwürfig gesäet . .	1⅘ Hectol. pro Hectar	33 Hectoliter.
„ 2.	Gedrillt, 6 Zoll weit .	1⅘ „ „ „	32⅔ „
„ 3.	Gedrillt, 9 „ „ .	1⅘ „ „ „	34 „
„ 4.	Gedrillt, 9 „ „ .	1⅗ „ „ „	33⅛ „
„ 5.	Gedrillt, 9 „ „ .	1⅓ „ „ „	31½ „

Aus Nr. 3, 4 und 5 ersieht man, daß auch in diesen, wie bei den vorhergehenden Versuchen eine Verminderung des Saatquantums eine deutliche Abnahme in der Ernte bewirkte. Die passendste Menge an Weizen, welche auf die Fläche eines Hectars auszustreuen sein möchte, scheint zwischen 1⅘ und 2¼ Hectoliter zu liegen, wobei es nach den obigen Versuchen gleichgültig ist, ob die Saat breitwürfig erfolgt, oder gedrillt, oder selbst gedibbelt wird. Dieses Saatquantum ist auch nach den Erfahrungen französischer und deutscher Landwirthe unter günstigen Boden-, klimatischen und Witterungsverhältnissen das

richtige; erfolgt die Saat etwas zu spät im Herbste oder treten ander
hältnisse der Entwicklung der jungen Pflanzen entgegen, dann pfleg
lieber etwas dicker zu säen, im entgegengesetzten Falle etwas dünner, j
wohl selten unter 1$^{3}/_{8}$ Hectoliter pro Hectar.

Die angeführten Erfahrungen stimmen keineswegs mit den Angaben
Landwirthe überein, nach welchen bei der Drill- und Dibbelsaat, im Verhä
zur breitwürfigen Saat, eine sehr bedeutende Ersparniß am Saatquantum
findet. So hat z. B. der Pachter Schönfeldt bei Cöthen seit dem J. 1848
großen Flächen das Getreide gedibbelt und zwar bei der Wintersaat 12 Zo
Quadrat, bei dem Sommergetreide 10 Zoll im Quadrat; hierbei sind bei der
ren im Durchschnitt nur $^{2}/_{3}$ Hectoliter pro Hectar, von dem letzteren die
Menge an Samen gebraucht worden. Schönfeldt veranschlagt den durch
Dibbeln bewirkten Mehrertrag in Geldwerth auf reichlich 13 Thlr. pro H
wovon $^{3}/_{4}$ den Arbeitern und $^{1}/_{4}$ dem Eigenthümer zu Gute kommen
Die in Proskau 1850 und 1851 auf schwerem, kaltem Thonboden a
führten Versuche mit verschiedenen Cerealien gaben nur beim Dinkel
Reinertrag durch das Dibbeln, gegenüber dem Drillen; es dürfte, na
Folgerung des Berichterstatters, sich das Dibbeln unter ähnlichen Boden
Verhältnissen nur dann empfehlen, wenn es darauf ankommt, ein werthv
Saatgut, welches nur in geringer Menge erzogen werden könnte, mög
rasch zu vervielfältigen, denn es wurde erhalten bei

	durch das Dibbeln.	durch das Drillen.
Weizen	das 21 / 2 Korn.	10 Korn
Dinkel	„ 51 „	12$^{1}/_{2}$ „
Roggen	„ 81 „	27$^{1}/_{2}$ „
Gerste	„ 41 „	30 „

also im Verhältniß zur angewandten Saatmenge beim Dibbeln ein zwei
drei Mal so hoher Ertrag als beim Drillen, und gegenüber der breitwür
Saat dürfte sich dies Verhältniß oft noch weit günstiger gestalten.
sieht, daß auch hinsichtlich der zweckmäßigsten Methode der Saat abweich
Erfahrungen vorliegen und daß nur fortgesetzte zahlreichere Versuche die
sachen dieser Abweichungen nachweisen werden; jedenfalls wird auch die
der Kultur, die Tiefe der Ackerkrume, der Feuchtigkeitszustand des Unterg
des und andere Umstände auf die Größe des Saatquantums, welches e
derlich ist, um die relativ größten Erträge zu bewirken, einen größeren
geringeren Einfluß äußern. In der neuesten Zeit sind von Hay in R
burgshire noch einige Versuche mitgetheilt worden, aus deren Resultaten
Folgerung gezogen wird, daß, wenn man den Weizen frühzeitig säet, d
die dünne Saat vor der dickeren den Vorzug verdiene. Der Boden war

steifer Thon mit undurchlassendem Untergrunde, die Varietät Hunter's Hoptoun-Weizen; Vorfrucht und Ernteresultate ersieht man aus der folgenden Tabelle:

Nr.	Vorfrucht.	Methode der Saat.	Menge an Samen pr. Hectar. Hectoliter.	Tag der Aussaat.	Tag der Ernte.	Ertrag pr. Hectar. Körner. Hectoliter.	Stroh. Kil.
1.	Brache	gedibbelt	2/3	31. Aug.	1. Sept.	28 1/2	4946
2.	desgl.	breitwürfig	9/10	20. Sept.	26. Aug.	26 2/3	4431
3.	Wicken	desgl.	1 1/3	14. Okt.	10. Sept.	28	4225
4.	Kartoffeln	gedibbelt	2/3	27. Sept.	22. „	26	4637
5.	Turnips	breitwürfig	9/10	9. Okt.	22. „	32 2/5	4946
6.	desgl.	desgl.	1 4/5	7. Nov.	20. „	29 1/6	4946
7.	Weideland	desgl.	2 1/2	28. Dec.	23. „	24 1/8	3813
8.	Heu	desgl.	2 1/2	13. Febr.	6. Okt.	26 2/3	4534
9.	Gras, jung geschnitten	desgl.	2 1/2	13. „	6. „	30 2/3	4637

Im Allgemeinen hat man in Deutschland wie in England beobachtet, daß nach dem Dibbeln die Pflanzen eine etwas längere Vegetation zeigen, um 6 bis 8 Tage später reifen, als nach der breitwürfigen Saat, und ferner, daß das Getreide im ersteren Falle bei ungünstiger Witterung zwar auch sich lagert, jedoch nicht so leicht wie im letzteren Falle und auch leichter wieder aufsteht, somit also eine mehr gesicherte Ernte erwarten läßt.

Die in den zuletzt erwähnten Versuchen beobachteten Abweichungen in den Ernteerträgen sind nicht ausschließlich bedingt durch die frühere oder spätere Saatzeit und durch das größere oder geringere Saatquantum, sondern die Natur der jedesmaligen Vorfrucht hat ebenfalls hierauf einen bedeutenden Einfluß geäußert. Es ist bekannt genug, daß der Weizen nach gedüngter schwarzer und grüner Brache in der Regel am besten gedeiht, daß außerdem Raps und Rübsen, wie auch Wicken, ausgezeichnete Vorfrüchte für diese Pflanze sind. Ungerne dagegen kultivirt man den Winterweizen nach Hackfrüchten, also nach Kartoffeln und Rüben; die soeben mitgetheilten Versuche beweisen jedoch, daß in einzelnen Fällen der Weizen auch nach Turnipsrüben sehr gute Erträge liefert, wobei aber zu beachten ist, daß der Versuchsboden von sehr thoniger, also bindiger Beschaffenheit war und außerdem das Klima Englands eine weit spätere Saatzeit zu gestatten scheint, als bei uns im mittleren und nördlichen Deutschland. Die Winterhalmfrüchte, namentlich der Weizen, verlangen nach unseren Erfahrungen meist einen etwas geruhten Boden, in welchem die einzelnen Theile nicht zu locker neben einander liegen, wie solches in der Regel gleich nach der Ernte der Hackfrüchte der Fall zu sein pflegt. Nur wenn die Kartoffeln und Rüben das Feld schon im Spätsommer

oder zeitig im Herbste verlassen, wird auch bei uns zuweilen Win[illegible]
nach einer Hackfrucht mit günstigem Erfolge angebaut.

Der Einfluß der Varietät und des Samenwechsels bei [illegible]
und derselben Varietät auf die Höhe der Ernteerträge ist allgemein be[illegible]
Die Pflanzen, welche aus einem Klima in das andere versetzt werden, [illegible]
ten noch eine Zeitlang ihre ursprünglichen Charaktere, ihre relativen Vo[illegible]
in der Quantität und Qualität der Ernteerträge, bis sie nach einigen J[illegible]
unter den vorhandenen klimatischen und Bodenverhältnissen ausgeartet [illegible]
und durch neuen Samen aus der Gegend, wo sie besser gedeihen und [illegible]
sich erhalten, gleichsam verjüngt werden müssen. Versuche über die Ert[illegible]
fähigkeit verschiedener Varietäten einer Kulturpflanze haben immer [illegible]
sehr specielles Interesse für die Gegend namentlich, in welcher sie ang[illegible]
werden; man kann aus den Resultaten dieser Versuche keine allgemeinen F[illegible]
rungen ziehen, weil in der Regel noch andere Verhältnisse die Ernteert[illegible]
modificiren, so namentlich die verschiedene Güte des Samens der V[illegible]
täten; nur mehrjährige fortgesetzte Anbauversuche mit selbstprodu[illegible]
Samen können über den Werth und Unwerth gewisser Pflanzenva[illegible]
täten für gewisse Boden- und klimatische Verhältnisse zu sicheren und [illegible]
tigen Aufschlüssen führen. In Großbritannien sind sehr zahlreiche [illegible]
tative Versuche über die Fruchtbarkeit verschiedener Weizen-Varietäten [illegible]
führt; weil aber dieselben nur auf ein einziges Jahr sich beziehen und [illegible]
dem jene Varietäten in Deutschland wenig bekannt sind, so beschränke ich [illegible]
hier darauf, von jenen Versuchen nur einige auszuwählen und in ihren [illegible]
sultaten mitzutheilen. Die folgenden Kulturversuche mit rothen Weizen-[illegible]
rietäten wurden von Brown zu Elms Hall im J. 1846 ausgeführt; [illegible]
säete sämmtliche Weizenarten an demselben Tage, am 28. Oct. 1845 [illegible]
mit 1 Hectoliter pro Hectar, ausgenommen in Nr. 10, wo man die [illegible]
Menge Samen in Anwendung brachte.

	Ertrag pro Hectar. Körner. Kil.	Stroh. Kil.		Ertrag pro Hectar. Körner. Kil.	Stroh. Kil.
1. Colne white chaff	2442	2990	6. Smoothy's	2179	[illegible]
2. Bristol	2318	3234	7. Kent red	2153	[illegible]
3. Sharp's, Goody's oder Crabb's	2309	3142	8. Sewell's	2108	[illegible]
4. Spalding's	2320	3464	9. Piper's thickset	1971	[illegible]
5. Seyer's	2261	3551	10. Kent red	2162	[illegible]

Aehnliche Versuche wurden schon früher, im Jahr 1844 gleichzeitig [illegible]
5 Mitgliedern des Beccles Farmer's Club unternommen. Die Versuche [illegible]
ziehen sich auf die rothen Weizen-Varietäten: The Spalding — Hobbs [illegible]

Rumburgh und Prince Albert, sowie auf die weißen Abarten: Tunstall, Guinea und Brown's Ten-rowed. Sämmtliche Weizenarten wurden gedibbelt und von den einzelnen Versuchsstellern gleiche Feldstücke für jeden einzelnen Versuch verwendet; dagegen waren in den verschiedenen Versuchsreihen die Abtheilungen nicht gleich groß, so daß die folgenden Resultate nur die relative Fruchtbarkeit der verschiedenen Varietäten anzeigen, nicht aber auf gleich große Ackerflächen sich beziehen. In Versuch A. war Vorfrucht Kleebrache, welche gedüngt wurde, der Boden von guter Beschaffenheit; bei B. ebenfalls Kleebrache und Pferchdüngung, der Boden ein armer Thon; in C. Erbsenstoppel, gedüngt, der Boden leicht und kiesig; in D. Kleestoppel, gedüngt, der Boden ein dürftiger Thon; in E. Esparsettestoppel, gedüngt, der Boden von guter Mischung.

	A.		B.		C.		D.		E.	
Varietät.	Kil.	Prc.	Kil.	Prc.	Kil.	Prc.	Kil.	Prc.	Kil.	Prc.
Spalding	880 =	100,0	606 =	100,0	352 =	78,6	452 =	100,0	1165 =	100,0
Hobbes	776 =	88,2	541 =	89,3	288 =	64,3	446 =	98,7	1038 =	98,1
Rumburgh	768 =	87,3	563 =	92,9	301 =	67,2	446 =	98,7	1059 =	90,9
Prince Albert	720 =	81,8	540 =	89,1	448 =	100,0	432 =	95,6	855 =	73,4
Tunstall	760 =	86,4	516 =	85,1	242 =	54,0	404 =	89,4	832 =	71,4
Guinea	704 =	80,0	578 =	78,8	230 =	51,1	388 =	85,8	960 =	82,4
Brown's Ten-rowed	— =	—	486 =	80,2	262 =	58,5	400 =	88,5	935 =	80,3

Schober in Tharand hat einige Anbauversuche mit verschiedenen Weizenarten mitgetheilt:

Jahr.	Weizenart.	Vorfrucht.	Ertrag pro Hectar. Körner. Kil.	Stroh. Kil.
1851.	Fuchsweizen	Volle Brache, gedüngt	2079	5544
	Frankensteiner	desgl.	2633	5922
	Fuchsweizen	Zweijähr. Klee, gedüngt	1635	6048
	Frankensteiner	desgl.	1682	5670
	Wechselweizen	Winterroggen, gedüngt	1410	4158
1852.	Fuchsweizen	Wickfutter, gedüngt	861	4554
	Frankensteiner	desgl.	1648	4047

Der Fuchsweizen war schon seit mehreren Jahren kultivirt worden, der Frankensteiner Weizen direkt aus Schlesien bezogen; im Jahr 1852 litt namentlich der Fuchsweizen sehr durch Brand.

Hinsichtlich der Vegetationszeit, in welcher man den Weizen am zweckmäßigsten schneidet und erntet, ob im völlig reifen oder nicht ganz reifen Zustande, hierüber sind die Ansichten der Landwirthe noch sehr abweichend. In England glaubt man im Allgemeinen den rothen Weizen schneiden zu müssen, wenn die Körner, ohne milchig zu sein, noch weich sind und zwischen den Fingern sich zusammendrücken lassen, das Stroh muß noch grün sein, ins Gelb-

liche übergehend; die weißen Weizenarten läßt man in der Regel etwas länger auf dem Halme stehen. Interessante Versuche sind zur Aufklärung der angeregten Frage schon im Jahr 1841 von John Hannam (zu North Deighton in Yorkshire) angestellt worden. Der Weizen stand sehr gleichmäßig und es wurden zu 5 verschiedenen Zeiten jedesmal 20 Quadratruthen abgeerntet und die Garben im Februar ausgedroschen.

Nr.	Tag der Maht.	Grad der Reife.	Tag des Einfahrens.	Ernteertrag an Körnern.	Ernteertrag an Stroh.
1.	12. Aug.	Sehr grün.	26. Aug.	$72^{1}/_{5}$ Kil.	137 Kil.
2.	19. „	Grün.	31. „	$67^{2}/_{5}$ „	129[illegible] „
3.	26. „	Unreif.	5. Sept.	$95^{2}/_{3}$ „	$125^{1}/_{3}$ „
4.	30. „	Ziemlich reif.	9. „	100 „	$116^{1}/_{3}$ „
5.	9. Sept.	Ganz reif.	16. „	91 „	$109^{1}/_{2}$ „

Der Weizen lieferte in den verschiedenen Proben an gutem Mehl, schlechtem Mehl und Kleien in Procenten des ganzen Körnerertrages:

	Gutes Mehl.	Schlechtes Mehl.	Kleien.
Nr. 1.	$75^{1}/_{6}$ Prc.	$7^{1}/_{6}$ Prc.	$17^{2}/_{3}$ Prc.
„ 2.	$76^{2}/_{3}$ „	$7^{1}/_{6}$ „	$16^{1}/_{6}$ „
„ 3.	81 „	$5^{1}/_{2}$ „	$13^{1}/_{2}$ „
„ 4.	$77^{1}/_{3}$ „	$7^{2}/_{3}$ „	15 „
„ 5.	73 „	$11^{1}/_{10}$ „	$15^{9}/_{10}$ „

Diese Versuchsresultate führen zu den Folgerungen, daß, wenn der Weizen in einem noch ziemlich unreifen Zustande geschnitten wird, 1) das Erntegewicht der Körner größer und die letzteren selbst von besserer Qualität sind, 2) daß das Stroh mehr Nährstoffe enthält und 3) daß man mit größerer Sicherheit die Ernte selbst bewirken kann, indem man an Zeit gewinnt und außerdem keinen Ausfall der Körner zu befürchten hat. Auch in Deutschland wird der Weizen oft einige Zeit vor der völligen Reife geschnitten, namentlich an den Orten, wo man ihn noch längere Zeit auf dem Felde in sogenannten Puppen stehen läßt, und man behauptet ziemlich allgemein, daß die auf diese Weise behandelte Frucht mehr und besseres Mehl liefere, als wenn man den Weizen völlig reif oder gar überreif (todtreif) werden läßt. Die chemische Analyse hat die hier in Rede stehende Frage noch nicht hinreichend erörtert; Johnston untersuchte das in Hannam's Versuchen erhaltene Mehl und fand:

	Wasser.	Kleber.
20 Tage vor der Reife	15,7 Prc.	9,3 Prc.
10 „ „ „ „	15,5 „	9,9 „
Völlig reif	15,9 „	9,6 „

Einige von Reiset angestellte Untersuchungen beweisen nur, daß mit der Annäherung zur Reife der Wassergehalt abnimmt, während im procentischen Stickstoffgehalte nichts Regelmäßiges beobachtet wurde:

	Wasser.	Stickstoff.	Kleber berechnet.
Versuch A. Probe Nr. 1. geschnitten den 24. Juli 1852, die Körner noch weich . .	16,7 Prc.	2,21 Prc.	13,81 Prc.
„ Nr. 2. geschnitten den 29. Juli, die Körner fangen an mehlig zu werden	16,4 „	2,31 „	14,43 „
„ Nr. 3. geschnitten den 6. Aug., die Körner völlig reif	16,2 „	2,23 „	13,93 „
Versuch B. Probe Nr. 1. geschnitten den 15. Juli 1852, die Körner noch weich . .	17,4 „	2,14 „	13,34 „
„ Nr. 2. geschnitten den 21. Juli, die Körner schon ziemlich fest . .	16,9 „	2,04 „	12,74 „
„ Nr. 3. völlig reif	16,5 „	2,32 „	14,50 „

Nach Stöckhardt enthalten die reifen Weizenkörner im getrockneten Zustande mehr Stickstoff, dagegen weniger Asche, als die noch milchigen Körner:

	Wasser.	Stickstoff.	Asche.
Körner, am 1. Aug. 1851, noch milchig . .	60,10 Prc.	2,08 Prc.	2,16 Prc.
„ „ 22. „ „ reif	30,60 „	2,39 „	1,92 „

Bei einer und derselben Weizensorte fand Reiset in den dicken vollkommen entwickelten Körnern stets mehr Wasser und weniger Kleber, als in den dünneren Körnern.

	Wasser.	In 100 Th. trockner Weizen. Stickstoff.	Kleber.	Asche.
	Prc.	Prc.	Prc.	Prc.
1. Spalding-Weizen, dünne Körner	17,9	2,48	15,50	2,25
„ „ dicke Körner, von derselben Ernte	19,1	2,33	14,56	2,21
2. Victoria-Weizen, dünne Körner	16,8	2,44	15,25	2,18
„ „ dicke Körner	17,6	2,08	13,00	1,97
3. Albert-Weizen, dünne Körner	18,3	2,59	15,62	2,11
„ „ dicke Körner	18,7	2,35	14,68	2,08

Demselben Chemiker verdanken wir eine Reihe von Analysen und Bestimmungen, aus welchen sich ergibt, daß das Gewicht eines bestimmten Volumen Weizen bedingt wird durch die wirkliche Dichtigkeit der Körner, deren Form und Wassergehalt. Der schwerste Weizen hat in den Körnern eine sehr gleichartige Form, wodurch bewirkt wird, daß eine größere Anzahl derselben in dem betreffenden Maß neben einander Platz findet. Der Wassergehalt schwankt in den untersuchten Varietäten zwischen 12 und 19 Prc., der Klebergehalt zwischen 10,68 und 17,93 Prc. Es besteht kein deutlicher Zusammenhang zwischen dem Gewicht der untersuchten Weizensorten und deren Gehalt an stickstoffhaltiger Substanz. Im Allgemeinen scheint sich die Menge des Klebers mit der Dichtigkeit des Weizens zu vermehren. Die har-

ten und glänzenden (glasigen?) Sorten zeigen die größte Dichtigkeit und e
halten am meisten Kleber.

	Lufttrockener Weizen.			Bei 100° getrockn[illegible]		
	Dichtigkeit.	Gewicht eines Hectolit.	Wassergehalt.	Asche.	Stickstoff.	[illegible]
		Kil.	Prc.	Prc.	Prc	[illegible]
Poulard-Weizen, ziemlich weich	1,290	73,96	14,10	2,14	1,71	10,[illegible]
Weißer englischer, weich	1,347	76,74	14,47	1,88	1,88	11[illegible]
Weizen, geerntet zu Seorche-boeuf, 1850	1,350	74,88	15,90	1,89	2,03	1[illegible]
" von Charmoise	1,350	77,42	14,97	2,10	1,87	11[illegible]
Englischer, im 3. Jahre nach der Importation	1,358	79,16	15,64	1,92	1,97	1[illegible]
Barker's, steifstrohiger, 1851 importirt	1,371	79,30	16,51	1,88	1,83	11,[illegible]
Weißer russischer, in Neufchatel geerntet	1,378	81,60	15,00	1,97	2,03	12,[illegible]
Hérisson-Weizen, halb weich, 1851	1,380	79,56	13,48	2,19	2,87	17,[illegible]
Richelle-Weizen, von Neapel, 1851	1,381	80,11	14,13	2,11	2,23	13,[illegible]
Victoria	1,381	74,54	15,49	2,02	2,45	15,[illegible]
Spalding, geerntet 1851	1,382	78,23	14,69	2,03	1,98	12,[illegible]
Victoria	1,384	78,45	13,27	1,92	1,89	11,[illegible]
Xérès, sehr hart	1,384	80,36	13,60	1,91	1,94	12,[illegible]
Rother russischer	1,385	79,50	13,65	1,77	1,93	12,[illegible]
Weizen von Pont-Levoy	1,388	77,50	12,81	1,61	2,00	12,[illegible]
Trimenia-Weizen von Sicilien	1,390	80,30	14,25	2,11	2,20	13,[illegible]
St. Helena, 1850, halb hart	1,391	79,98	13,11	1,98	2,09	13,[illegible]
Weizen von Grignon, weich	1,396	80,58	14,11	1,87	1,99	12,[illegible]
Albert, 1851 von England importirt	1,398	81,53	16,11	2,13	2,15	13,[illegible]
Polnischer Weizen, sehr hart	1,407	74,62	12,20	2,18	2,61	16,[illegible]
Mittel	1,375	78,42	14,37	1,98	2,06	13,[illegible]

Anderson untersuchte einen schottischen Weizen, der einen auffall
niedrigen Gehalt an Proteïnsubstanzen zeigte, sonst aber von vorzügl
Güte war:

	Körner.	Stroh.
Wasser	16,88	11,23
Fett	1,99	—
Proteïnsubstanzen	9,01	1,37
Asche	1,57	7,98
Sonstige Bestandtheile	70,55	79,42

Hiermit übereinstimmend fand Johnston in verschiedenen Mehlsort

Art des Weizens.	Gewicht pro Hectol. Kil.	Wasser im Mehle. Prc.	Kleber im feinen Mehl. Prc.
Rother englischer, von Sunderland Bridge, bei Durham	76,9	17,5	8,1
„ „ von Kimblesworth, bei Durham	76,9	16,4	9,5
„ „ von Houghall, bei Durham	77,5	15,0	8,5
„ „ von North Deighton, in Yorkshire	77,2	16,8	9,9
Weißer englischer, von Plawsworth, bei Durham	77,5	15,5	7,5
„ schottischer, von Gadgirth, bei Ayr	75,6	16,3	9,4
Rother Stettiner	77,5	14,6	8,6
„ Odessa	75	15,9	11,5

Horsford und Krocker haben Analysen von einigen deutschen Weizen- und Mehlsorten mitgetheilt:

	Wasser. Prc.	Kleber. Prc.	Stärke. Prc.	Asche. Prc.
Weizenmehl aus Wien Nr. 1	13,85	16,51	56,33	0,70
„ „ „ „ 2	13,65	11,69	56,62	0,66
„ „ „ „ 3	12,73	19,17	50,20	1,10
Talavera-Weizen aus Hohenheim	15,43	13,98	47,57	2,80
Whitington-Weizen aus Hohenheim	13,93	14,72	45,13	3,13
Sandomierz-Weizen „ „	15,48	14,51	45,21	2,40

Diese Analysen haben also ganz ähnliche Resultate geliefert wie die in neuester Zeit von Reiset ausgeführten und oben mitgetheilten Untersuchungen. Einen weit höheren Gehalt an Proteïnsubstanzen haben dagegen Boussingault und Le Bel in verschiedenen Weizensorten gefunden, die sämmtlich in demselben Jahre im botanischen Garten in Paris, also unter gleichen Boden- und Witterungsverhältnissen gewachsen waren.

	In 100 Th. Weizen. Kleie.	In 100 Th. Weizen. Mehl.	In 100 Th. Mehl. Kleber.
Mekkaweizen, hornartig, lang	32,0	68,0	23,8
Bartweizen, klein, braun	13,2	86,8	22,7
Winterweizen, mittel	38,5	61,5	18,3
Gewöhnlicher Weizen, röthlich	23,5	76,5	23,5
Weizen von Revel, gelb, schön	14,0	86,0	18,7
Rother egyptischer Weizen, klein, hart	15,0	85,0	21,6
Weizen, vierzeilig, hart	15,0	85,0	20,4
Rother Weizen von Marcel, dick	21,5	78,5	19,0
Weizen von Danzig, weich	24,0	76,0	22,7
„ du North, ziemlich hart	20,5	79,5	22,4
„ feiner, rother von Foix, weich	18,5	81,5	21,9
„ von Smyrna, weiß, hart	19,0	81,0	19,9
Bengalischer Weizen, weiß, hart	21,5	78,5	18,6
Weizen von Tangarock, klein	23,5	76,5	24,1
„ „ Afrika, grau, hart	24,5	75,5	26,5
„ „ Kap, gelb, dick	19,0	81,0	18,2

	In 100 Th. Weizen. Kleie.	In 100 Th. Weizen. Mehl.	In 100 Th. [illegible] Kleber.
Weizen aus Rußland, runzlig	18,0	82,0	22,1
„ „ Sicilien, klein, roth	19,5	80,5	24,3
„ von St. Helena, hart, sehr groß	25,0	75,0	20,9
„ aus den Pyrenäen, schön	20,5	79,5	19,0
Feiner rother Weizen von Roussillon	16,0	84,0	22,6

Der sehr reiche Boden des botanischen Gartens mag wohl den un[illegible] wöhnlich hohen Klebergehalt in diesen Weizensorten bewirkt haben. [illegible] Boussingault eine und dieselbe Weizensorte gleichzeitig im freien [illegible] und im Gartenlande anbaute, fand er im Weizen des Feldes 14,31 Prc., i[illegible] dem des Gartens dagegen 21,94 Prc. Kleber.

Die umfassendste Untersuchung über die Zusammensetzung des Wei[illegible] mehles aus verschiedenen Ländern ist in neuerer Zeit auf Veranlassung [illegible] nordamerikanischen Regierung von Beck ausgeführt worden; dieselbe be[illegible] aus 71 ausführlichen Analysen, von denen ich hier nur einige mittheile:

Mehl von:	Wasser. Prc.	Kleber. Prc.	Stärke. Prc.	Dextrin, Zucker x. Prc.	[illegible]
West Jersey Weizen	12,80	11,32	69,48	5,90	[illegible]
Weißer Wetzen von New-Jersey	11,55	12,60	66,85	8,50	[illegible]
Pennsylvanien	11,90	13,16	66,20	7,25	[illegible]
Jenesey	13,20	11,05	75,20		[illegible]
Ohio Winterweizen	13,10	11,56	66,84	7,90	[illegible]
Michigan	12,25	10,00	67,70	8,75	[illegible]
Illinois	12,73	14,61	65,20	6,45	[illegible]
St. Louis	12,25	10,29	69,85	7,26	[illegible]
Missouri	14,00	9,30	70,05	6,30	[illegible]
Wisconsin	12,80	13,20	68,90	6,50	[illegible]
Maryland	13,00	12,30	66,65	7,10	[illegible]
Richmond	11,70	13,00	67,50	6,90	[illegible]
Virginia	12,05	12,95	74,50		[illegible]
Oregon	12,80	14,80	71,30		[illegible]
Liverpool	13,65	11,60	65,80	7,70	[illegible]
West-Canada	12,80	7,23	74,12	5,10	[illegible]
Chili	12,44	9,45	67,80	8,37	[illegible]
Frankreich	13,20	9,85	69,00	7,65	[illegible]
Spanien	13,50	10,30	68,90	7,00	[illegible]
Canivano	11,33	16,35	63,10	6,50	[illegible]
Malaga	10,87	12,15	64,38	12,60	–
Mittel	12,57	11,77	67,68	7,43	[illegible]

Nach diesen Analysen scheint das Klima eines Landes nur gerin[illegible] gen Einfluß auf die Zusammensetzung des Weizens auszuüben und namentlich die niedrigere mittlere Temperatur der nördlichen Staaten von Nordameri[illegible] keineswegs eine Verschlechterung des daselbst producirten Weizens zu bewirken.

Auffallend ist jedoch, daß die Untersuchungen Johnston's, wie namentlich die neuesten Analysen Anderson's und auch die soeben mitgetheilten sehr übereinstimmend nachweisen, daß der in England gewachsene Weizen merklich weniger Proteïnsubstanz enthält, als der in Deutschland, Frankreich und Nordamerika kultivirte, während er in den zuletzt genannten Ländern im Mittel fast genau dieselbe Zusammensetzung zeigt. Je weniger Kleber im sonst gut ausgebildeten Weizen enthalten ist, desto größer ist die Menge der Stärke und um so mehr und weißeres Mehl wird aus einem bestimmten Quantum Weizen gewonnen. Wie der verhältnißmäßig niedrige Stickstoffgehalt den in England gewachsenen Weizensorten eigenthümlich zu sein scheint, ebenso charakteristisch ist in diesem Lande bei allen Getreidearten die niedrige Strohproduktion im Verhältniß zum Gewichte der Körner; es ist nämlich dieses Verhältniß nach den Angaben deutscher und französischer Landwirthe im Mittel wie 5 : 2, während dasselbe in England meistens wie 3 : 2 gefunden wird. Die Ursache dieser Erscheinung liegt nicht sowohl in den abweichenden klimatischen Verhältnissen, sondern wahrscheinlich mehr in der Nähe des Meeres und in dem dadurch bewirkten großen Salzgehalte des Ackerbodens; die Gegenwart des Salzes begünstigt im Allgemeinen die vollkommene Ausbildung der Körner, während das Wachsthum des Strohes gehindert wird, in England sind die Halme der Getreidearten, trotz der dort gebräuchlichen sehr starken Düngung, meist niedrig, aber steif und dadurch geeignet, schwere Aehren zu tragen, ohne dem Lagern in gleichem Grade wie bei uns ausgesetzt zu sein.

Ebensowenig wie die bisherigen Analysen über den etwaigen Einfluß eines heißeren oder kälteren Klimas auf die Zusammensetzung des Weizens zu bestimmten Aufklärungen geführt haben, ebensowenig können wir in dieser Hinsicht den Einfluß einer günstigen oder ungünstigen Witterung, eines guten oder schlechten Jahrganges bestimmen. Fehling und Faißt untersuchten den Weizen und Dinkel aus dem guten Fruchtjahre 1850 und aus dem unfruchtbaren Jahre 1851 von denselben Localitäten:

		In 100 Th. des bei 100° getrockneten Getreides.			
	Wasser.	Kleber.	Stärke u. Fett.	Holzfaser.	Asche.
Winterigelweizen, 1850, Hohenheim	14,78	13,24	81,95	2,84	1,97
„ 1851, „	16,08	12,59	82,12	3,32	1,97
Schlegeldinkel, 1850, „	14,33	12,33	73,26	9,32	4,09
„ 1851, „	15,25	13,08	72,92	10,19	3,81
Kernen, 1850, Ochsenhausen . . .	12,97	13,71	82,92	1,26	2,11
„ 1851, „ . . .	14,33	17,46	78,60	1,84	2,10
Kernen, 1850, Kirchberg.	15,06	14,12	82,90	0,92	2,06
„ 1851, „	14,86	14,16	82,30	1,41	2,13

Es konnte keine wesentliche Differenz in dem Nahrungswerthe des Wei[zens] oder Dinkels von den verschiedenen Jahrgängen nachgewiesen werden.

Ein Winterweizen, bei welchem durch wiederholtes Wurfen die leicht[e]ren Körner von den schwereren getrennt worden waren, wurde von Wi[t]tenzwey in Chemnitz untersucht:

	1.	2.
Gewicht eines Dresdner Scheffels	170 Pfd.	116 Pfd.
Körnerzahl im Scheffel	2,495640	4,146870
Einzelgewicht der Körner	0,0320 Grm.	0,0132 Grm.
	Prc.	Prc.
Wasser	15,65	15,56
Holzfaser	2,54	6,04
Asche	1,57	1,80
Proteïnsubstanz	11,84	12,97
Fett	2,61	2,39
Zucker	1,41	2,40
Stärke	64,38	58,84

Holzfaser, Asche, Proteïn und Zucker enthält der leichte Weizen mehr, Wasser, Fett und Stärke weniger als der schwere Weizen.

Wenn aus der großen Anzahl der bereits vorliegenden genauen Analysen der Weizenköner und des Weizenmehles sich keine bestimmten und klaren Resultate ergeben hinsichtlich der Abhängigkeit der chemischen Zusammensetzung oder der Qualität des Weizens von der betreffenden Abart dieser Pflanze, von der Beschaffenheit des Bodens und dessen Düngungszustande, von dem Klima eines Landes oder der Witterung des Jahres, so darf man hieraus [doch] nicht den Schluß ziehen, weder, daß derartige Beziehungen gar nicht existiren, noch auch, daß die chemische Analyse nicht im Stande wäre, in der angedeuteten Richtung zu interessanten Aufschlüssen zu führen. Es ist gewiß, [daß] man bisher nicht immer ein passendes Material für derartige Untersuchungen verwendet und es oft unterlassen hat, alle die Umstände zu berücksichtigen, welche möglicherweise auf die Klarheit der erzielten Resultate mehr oder weniger störend einwirken können. Nur auf dem von Reiset betretenen Wege kann die chemische Analyse auch für die Kultur der Feldfrüchte wahrhaft[en] Nutzen gewähren, auf die Weise nämlich, daß man gleichzeitig der Dichtigkeit, der Größe und Form der Körner, dem Gewichte eines bestimmten mit Körnern gefüllten Maßes die nöthige Beachtung widmet, und also bei verschiedenen unter ganz gleichen äußeren Verhältnissen gewachsenen Weizensorten gleich schwere Körner zur Analyse verwendet oder bei der Untersuchung einer einzelnen Weizensorte den Einfluß der Größe des Samenkornes, der abweichenden Boden-, Düngungs-, Kultur-, klimatischen und Witterungsverhältnisse pr[üft].

Eine einzige auf solche Weise durchgeführte umfassende Untersuchung kann und muß zu wichtigen und völlig klaren Aufschlüssen führen.

Der Weizen enthält nur wenig, etwa 2 bis 3 Prc. Holzfaser, welche beim Mahlen fast vollständig in die Kleien übergeht; die letzteren bestehen aber zum großen Theile noch aus anderen und zwar sehr nahrhaften Substanzen, wie sich schon aus dem Umstande ergibt, daß 100 Theile Weizen nicht 2 bis 3, sondern im Mittel 10 bis 12, oft aber bis 20 Prc. Kleien liefern. Es läßt sich leicht mittelst der chemischen Analyse nachweisen, daß die Weizenkleie bei gleichem Gewichte kaum einen geringeren Nahrungswerth besitzt, als das Weizenmehl, ja sogar das letztere in dieser Hinsicht übertrifft, wenn man nach dem Stickstoffgehalte den Nahrungswerth der betreffenden Substanz bestimmen will. Die Kleien nämlich sind entschieden reicher an Stickstoff als das Mehl, weil die Proteïnsubstanzen in größerer Menge in den äußeren Zellenschichten der Körner angehäuft sind als in den inneren und deshalb auch mit jenen äußeren Hüllen in reichlicher Quantität in die Kleie übergehen müssen. Es wurde in der Weizenkleie gefunden:

	Boussingault.	Johnston.	Millon.	Wolff.	Ritthausen.
Wasser	15,0	13,1	13,9	15,05	15,14
Fett	4,7	4,7	3,6 }	54,15	56,66
Stärke, Zucker rc. }	63,3	55,6	51,0 }		
Holzfaser . . . }			9,7	13,31	12,38
Asche . . . . }		7,3	5,7	4,30	5,67
Proteïnsubstanzen .	17,0	19,3	14,9	13,19	10,15

Der Spelz oder Dinkel wiegt nach Schwerz im Hectoliter 42¼ Kil.; 100 Kil. dieser Frucht lieferten:

Körner	71,6 Kil.
Hülsen	23,8 „
Abgang	4,6 „

100 Kil. der Körner gaben 90 Kil. Mehl und 10 Kil. Kleien und Verlust. Boussingault fand in den verschiedenen Sorten die folgenden Bestandtheile:

	In 100 Th. Körner.		In 100 Th. Mehl.
	Kleie.	Mehl.	Kleber.
Großer Spelz	26,9	73,1	22,1
Trit. spelta rufa mutiva, klein . .	21,9	78,1	24,1
Trit. monococcum, kleiner Spelz .	20,8	79,2	24,8

Diese Spelzarten waren, wie die oben genannten Weizensorten in dem botanischen Garten zu Paris, in einem sehr reichen Boden gebaut. Der auf dem Felde kultivirte Spelz hat nach dem Enthülsen eine dem Weizen durchaus ähnliche Zusammensetzung und enthält, wie die von Fehling und

Faißt ausgeführten Analysen beweisen, im Mittel nur 12 bis 14
Proteïnsubstanzen.

Stroh und Spreu von verschiedenen Sorten Weizen sind im Ho[illegible]
mer Laboratorium im J. 1854 von Dieblen untersucht worden:

	Winterigelweizen.		Sommerweizen.		Schlegel[illegible]	
	Stroh.	Spreu.	Stroh.	Spreu.	Stroh.	Spr[illegible]
Wasser	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,[illegible]
Asche	6,9	11,8	4,9	13,3	5,9	[illegible]
Holzfaser . . .	45,0	37,8	52,6	39,7	50,2	41,4
Proteïnstoffe . .	4,0	4,9	1,5	3,3	2,2	[illegible]
Uebrige Nährstoffe .	29,8	31,2	26,7	29,4	27,4	[illegible]

Die Sommerhalmfrüchte haben im J. 1854 in Hohenheim hin[illegible]
der Körnererträge im Allgemeinen günstiger sich ausgebildet als die Wi[illegible]
früchte, so daß dies die Ursache sein mag, weshalb das Stroh des Wi[illegible]
weizens einen höheren Futterwerth zeigte als das Stroh des Sommerwe[illegible]
während sonst ein umgekehrtes Verhalten stattzufinden scheint. Je gei[illegible]
bei den Halmfrüchten unter guten Boden- und Düngungsverhältnissen [illegible]
Körnerernte ausfällt, desto höher stellt sich der Nahrungswerth des St[illegible]
bei der chemischen Untersuchung heraus.

2. Der Roggen.

Ueber die Ertragsfähigkeit verschiedener Varietäten [illegible]
Winterroggens hat Schober in Tharand einige Versuchsresultate [illegible]
getheilt, die sich auf den gewöhnlichen Landroggen, den Probsteier [illegible]
Abyssinischen Roggen beziehen, von welchen der letztere in jener Gegend [illegible]
vierten Male, der Probsteier Roggen dagegen erst zum dritten Male ange[illegible]
worden war. Sämmtliche Versuche wurden in einem zähen und kalten Th[illegible]
boden im Jahre 1851 angestellt. Der Ernteertrag war pro Hectar:

Vorfrucht.	Gewöhnlicher Roggen. Stroh. Kil.	Körner. Kil.	Gew. pr. Hectol. Kil.	Abyssinischer Roggen. Stroh. Kil.	Körner. Kil.	Gew. pr. Hectol. Kil.	Probsteier Roggen. Stroh. Kil.	Körner. Kil.	Gew. pr. Hectol. Kil.
Volle Brache, gedüngt . .	—	—	—	4922	1401	78½	4463	1948	[illegible]
Erbsengemenge, grün abgemäht	4973	1607	80	—	—	—	3370	1584	[illegible]
Kleegras, gedngt.	4208	2027	78½	—	—	—	4718	2053	[illegible]
Sommerrübsen, gedüngt . .	4845	1903	76½	5993	1877	78½	—	—	—

In Bezug auf den Körnerertrag würde also nach diesen Versuchen [illegible]
Probsteier Roggen besser, der Abyssinische dagegen weniger lohnen, als [illegible]
gewöhnliche Landroggen. Da der Abyssinische Roggen in den ersten Jah[illegible]
seines Anbaues gerade eine sehr große Ertragsfähigkeit gezeigt hatte, so [illegible]

gab sich also, daß derselbe bereits im vierten Jahre nach seiner Einführung jenen Vorzug vor dem gewöhnlichen Roggen verloren hatte.

In Eldena kultivirte man im Jahre 1852 auf einem lehmig-sandigen Boden Jerusalemer, Probsteier und Astrachan'schen Roggen ohne frische Düngung nach zweijährigem Weideklee; die Kleebrache wurde im August aufgebrochen, Anfang September zur Saat gepflügt und am 20. September der Samen mit der Säemaschine ausgestreut und untergebracht. Der Probsteier Roggen war erst einmal in der dortigen Gegend nach dem Bezuge aus dessen Heimath angebaut worden, er bestockte sich bereits im Herbste bedeutend, der Jerusalemer Roggen, aus Schlesien bezogen, dagegen vorzugsweise erst im Frühjahr. Ganz ebenso wie der Jerusalemer Roggen verhielt sich der Astrachan-Roggen, den man aus Tharand erhalten und in Eldena im vorhergehenden Jahre zum ersten Male angebaut hatte; beide Sorten zeichneten sich durch sehr langes Stroh aus, und schienen überhaupt eine und dieselbe Varietät zu sein. Der größere Körnerertrag des Jerusalemer Roggens ist offenbar durch den ausgezeichneten guten und schweren Samen bewirkt worden, während das Saatgut des sog. Astrachan-Roggens sehr gering war.

	Aussaat pro Hectar.	Ertrag pro Hectar. Körner.	Stroh u. Spreu.
Nr. 1. Jerusalemer Roggen .	2 1/6 Hectol.	2004 Kil.	5380 Kil.
„ 2. Probsteier	2 1/6 „	1713 „	4961 „
„ 3. Astrachan'scher . .	2 1/6 „	1768 „	5388 „
„ 4. Probsteier Roggen .	2 2/5 „	2229 „	5051 „

Der Jerusalemer Roggen wog nur 70 1/2 Kil. im Hectoliter, der Astrachan'sche 72 1/4 und der Probsteier 74 Kil. Die stärkere Einsaat bei Nr. 4 wurde gewählt, weil der Probsteier Roggen wegen seiner dickeren und stärkeren Körner nicht eine ebenso große Anzahl derselben im Hectoliter fassen konnte und weil es sich durch die Praxis herausgestellt hat, daß dieser Roggen auf nicht frisch gedüngtem und nicht sehr kräftigem Boden die gewählte stärkere Einsaat liebt und ohne Gefahr des Lagerns verträgt. Versuche über den Einfluß verschiedener Quantitäten Samen auf den Ernteertrag sind ebenfalls im Jahre 1851/52 in Poppelsdorf mit dem Jerusalemer Roggen auf einem sehr reichen Ackerboden, nach Wickfutter als Vorfrucht, angestellt worden.

	Menge der Aussaat pro Hectar.	Ernteertrag pro Hectar. Körner.	Stroh.
Nr. 1.	0,54 Hectol.	26 7/8 Hectol.	4293 Kil.
„ 2.	0,81 „	28 1/3 „	4182 „
„ 3.	1,08 „	26 7/8 „	4429 „
„ 4.	1,35 „	27 1/4 „	5270 „
„ 5.	1,62 „	26 1/3 „	5849 „

Man ersieht aus diesen Versuchen, daß unter den vorhandenen [illegible] Boden- und klimatischen Verhältnissen und bei hinreichend frühzeitig[illegible] von dem Jerusalemer Roggen ein Saatquantum von $^4/_5$ bis 1 Hect[illegible] die Fläche eines ganzen Hectars ausreicht, daß eine stärkere Aussaat [illegible] Steigerung des Strohertrages zur Folge hat, während die Qualit[illegible] Körner sich hierbei verschlechtert.

Weitere von Schober im Jahre 1852 ausgeführte Versuche [illegible] darüber Aufklärung bringen, welchen Erfolg das Verfahren, im Herb[illegible] pflügen und im Frühjahr dann nur zu erstirpiren, im Vergleich zu [illegible] fahren, erst im Frühjahr unmittelbar vor der Saat zu pflügen, bei [illegible] bau des Sommerroggens nach Hackfrüchten habe. Gleichzeitig be[illegible] man den Einfluß des Samenwechsels bei Sommerroggen [illegible] Wirkung einer früheren oder späteren Aussaat unter [illegible] handenen äußeren Verhältnissen festzustellen. Der neue Samen war [illegible] Gebirge bezogen worden.

Fruchtgattung.	Bestellung.	Tag der Saat.	Ertrag per Hect[illegible] Stroh u. Spreu.	[illegible]
Selbstgezogener Sommerroggen.	Am 25. und 29. Okt. 1851 gepflügt; am 7. und 27. April erstirpirt und geeggt . . .	27 April.	3759 Kil.	[illegible]
Angekaufter Sommerroggen.	Desgl.	desgl.	3685 „	[illegible]
Desgl.	Am 5. bis 8. April 1852 gepflügt und den 27. April mit einem Striche zur Saat vorgeeggt .	desgl.	3165 „	[illegible]
Desgl.	Am 24. Okt. 1851 gepflügt, am 7. April geeggt, erstirpirt und vorgeeggt	7. April.	3119 „	[illegible]
Desgl.	Am 1. April 1852 gepflügt, am 7. April vorgeeggt	desgl.	3142 „	[illegible]

Bei der späteren Saat spricht der Ertrag entschieden zu Gunsten [illegible] Pflügens im Herbste, bei der früheren Saat ist der Einfluß der versch[illegible] Bestellungsweise nicht deutlich ausgesprochen, welches wohl durch die [illegible] stige Witterung in der ersten Periode der Vegetation bewirkt worden sein [illegible] Es folgt ferner, daß bei der zeitigeren Saat deren Vegetation 20 Tage [illegible] dauerte, günstigere Bedingungen für die Körnerbildung vorhanden [illegible] als bei der späteren, welche wohl diesmal jene im Strohertrage nur [illegible] übertraf, weil eben die frühe Saat anfangs durch die Witterungsverhält[illegible] in ihrer Entwickelung aufgehalten wurde.

Als Mittel aus 19 von dem preußischen Landesökonomiekollegium [illegible] anlaßten Versuchen über den Einfluß der Zeit des Mähens [illegible]

die Quantität und Qualität der Erträge von Winterroggen, ergab sich, daß die Ernten (nach Ende Juli und Anfang August zu drei verschiedenen Zeiten in Zwischenräumen von 4 bis 6 Tagen erfolgter Maht) von der Fläche eines Hectars an Körnern respektive 1371, 1429 und 1363 Kil. und an Stroh 3708, 3578 und 3537 Kil. lieferten, während das Hectolitergewicht im Mittel zu 153,06, 154,34 und 153,01 Kil. gefunden wurde. Es erscheint hiernach räthlich, die Ernte des Roggens vorzunehmen, wenn die Körner noch nicht völlig hart geworden sind; selbst wenn die letzteren noch ziemlich milchicht sind, 9 bis 12 Tage vor der völligen Reife, kann ohne Gefahr mit der Ernte begonnen werden. Boussingault hat den zu Bechelbronn gewachsenen Roggen untersucht und gefunden, daß derselbe 76 Prc. Schwarzmehl und 24 Prc. Kleien liefert. Das Mehl enthielt im wasserfreien Zustande:

Proteïnsubstanz	10,5	Zucker	3,0
Stärke	64,0	Gummi	11,0
Fett	3,5	Holzfaser und Asche	6,0

Nach Horsford und Krocker enthielt

	Wasser. Prc.	Kleber. Prc.	Stärke. Prc.	Asche. Prc.
Roggenmehl aus Wien, Nr. 1.	13,78	10,34	52,39	1,33
„ „ „ „ 2.	14,68	15,96	46,49	1,07
Staudenroggen aus Hohenheim	13,94	15,27	38,79	0,86
Schilfroggen „ „	13,82	13,59	40,95	2,37

Fehling und Faißt fanden in den Roggenkörnern:

		In 100 Th. der getr. Körner.			
	Wasser.	Kleber.	Stärke ꝛc.	Holzfaser.	Asche.
Staudenroggen, 1850, Hohenheim	14,04	15,83	78,58	3,29	2,30
„ 1851, „	14,66	13,29	82,07	2,59	2,05
Roggen von Ochsenhausen, 1850	12,62	12,32	83,70	2,08	1,90
„ „ „ 1851	14,07	13,20	83,59	1,24	1,97
„ „ Kirchberg, 1851	14,70	13,83	81,85	2,33	1,99
„ „ Ellwangen, 1850	14,66	14,20	81,51	2,47	1,82
„ „ „ 1851	14,49	10,40	85,25	2,33	2,02

Diese Analysen zeigen, daß auch die Zusammensetzung des Roggens ziemlich beträchtlichen Schwankungen unterworfen ist; die Ursachen dieser Schwankungen mit Bestimmtheit nachzuweisen, ist die Aufgabe weiterer Versuche und Untersuchungen. Indessen genügen die vorliegenden Analysen, um zu ersehen, daß die Zusammensetzung des Roggens keineswegs von derjenigen des Weizens in dem Grade abweicht, als man gewöhnlich anzunehmen geneigt ist, daß vielmehr der Gehalt an Proteïnsubstanzen und stickstofffreien

Bestandtheilen in beiden Getreidearten ziemlich derselbe ist und daß m
verschiedenen Eigenschaften der betreffenden Mehlsorten mehr in dem m
nischen Zusammenhange der Bestandtheile als in der chemischen Zu
setzung zu suchen hat; vielleicht ist jedoch darauf Gewicht zu legen,
Boussingault in dem Roggenmehle eine sehr beträchtliche Meng
Dextrin und Zucker fand, welche Stoffe in dem Weizenmehle weniger
aufzutreten pflegen.

A. Müller in Chemnitz ließ durch wiederholtes Wurfen bei eine
Winterroggen die leichteren von den schwereren Körnern tren
fand bei der chemischen Analyse die folgende procentische Zusammens

	1.	2.
Gewicht eines Dresdner Scheffels	160 Pfd.	129,5 Pfd.
Körnerzahl im Scheffel	2,925520	4,710000
Einzelgewicht der Körner	0,0258 Grm.	0,0129 Grm.
	Prc.	Prc.
Wasser	18,34	16,46
Holzfaser	3,52	4,64
Asche	1,40	1,90
Proteïnsubstanz	9,08	10,06
Fett	2,33	2,81
Zucker	0,36	0,62
Stärke	64,97	63,59

In dem Gehalte an Holzfaser zeigt sich der verhältnißmäßig größte Un
schied, indem der leichtere Roggen $^1/_3$ mehr als der schwerere enthält:
Asche, Proteïn, Fett und Zucker wurde gleichfalls in dem leichten Rog
etwas mehr als in dem schweren gefunden, an Wasser und Stärke dag
etwas weniger. Es scheint namentlich der Mehrgehalt an Proteïn im lei
Roggen Regel zu sein und darin seine Erklärung zu finden, daß die stick
haltigen Körper mehr in den äußeren Schichten der Körner abgelagert
und daß das Verhältniß der äußeren Schichten zum Kerne bei den klein
Körnern ein größeres ist. Es verhält sich also der Roggen hinsichtlich s
Zusammensetzung bei größerer oder geringerer Schwere ganz ähnlich wie
Weizen.

In der Roggenkleie fand ich 3,7 Prc. Fett, 4,6 Prc. Asche
18,4 Prc. Wasser, während Stöckhardt in den Körnern und der K
von Weizen und Roggen die folgenden Mengen an Stickstoff und Asche n
wies, wobei die betreffenden Substanzen im völlig wasserfreien Zustande i
Rechnung gezogen wurden:

	Stickstoff.	Kleber berechnet.	Asche.	Stärke, Gummi &c.
Weizenkörner	2,39	14,93	1,92	70
Weizenkleie	3,32	20,69	2,72	40
Roggenkörner	1,94	12,12	2,00	75
Roggenkleie	3,61	22,56	2,55	46

Nach Ritthausen enthielt eine Sorte Roggenkleie 17 Prc. Wasser, 4,9 Asche, 9,1 Holzfaser, 13,1 Proteïnstoffe und 56,0 Prc. stickstofffreie Nährstoffe, während in einer gleichzeitig untersuchten Weizenkleie nur 10,2 Prc. Proteïnsubstanz, dagegen 12,4 Holzfaser und 5,7 Prc. Asche gefunden wurden.

Das 1841 im Elsaß geerntete Roggenstroh enthielt nach Boussingault und Payen 12,2 Prc. Wasser und 0,20 Prc. Stickstoff, während die Analyse in dem Roggenstroh aus der Umgegend von Paris 12,6 Prc. Feuchtigkeit und 0,50 Prc. Stickstoff ergab. Das Stroh und die Spreu von Winterroggen, der im J. 1854 in Hohenheim in einem düngkräftigen, ziemlich schweren Boden gewachsen und dessen Körnerertrag kein besonders reichlicher war, enthielt:

	Stroh.	Spreu.
Wasser	14,3	14,3
Asche	3,1	7,4
Holzfaser	54,9	46,6
Proteïnstoffe	2,1	3,7
Uebrige Nährstoffe	25,6	28,0

3. Die Gerste.

In Morayshire (Schottland) ist die Ansicht sehr verbreitet, daß die Chevalier-Gerste besonders auf schweren Bodenarten gedeihe und zeitiger gesäet werden müsse, während die gemeine Gerste mehr für leichten Boden und spätere Einsaat geeignet sei. Um hierüber näheren Aufschluß zu erhalten, hat John Mitchell in der dortigen Gegend Versuche angestellt, zunächst auf einem gedrainten Boden, welcher das Bett eines früheren Sees bildete, von leichter sandiger Beschaffenheit war und auf einem Untergrunde von sandigem Thon lagerte. Im Jahre 1849 wurde auf diesem Boden nach Kartoffeln am 10. April theils Chevalier-, theils gemeine Gerste ($3\frac{1}{2}$ Hectol. pro Hectar) gesäet. Gleichzeitig wurden mit denselben beiden Sorten Versuche (Nr. 3 bis 6) auf einem armen kiesigen Lehmboden mit einem festen Kies-Untergrunde zur Ausführung gebracht; der Acker hatte 1848 Turnips getragen, die zur Hälfte auf dem Felde von Schafen verzehrt, zur Hälfte abgeerntet worden waren. Die Wirkung einer früheren oder späteren Saatzeit ersieht man aus der folgenden Tabelle; das Saatquantum betrug pro Hectar 4 Hectoliter.

		Saatzeit.	Reifezeit.	Ernteertrag in K. Körner.	Stroh.
Nr. 1.	Gemeine Gerste	10. April	29. August	2189	[illegible]
„ 2.	Chevalier- „	10. „	7. Sept.	2080	[illegible]
„ 3.	Gemeine „	28. „	21. „	2548	[illegible]
„ 4.	Chevalier- „	28. „	21. „	2585	[illegible]
„ 5.	Gemeine „	5. Mai	21. „	2090	3711
„ 6.	Chevalier- „	5. „	21. „	2445	[illegible]

Es ergibt sich aus diesen Versuchsresultaten, daß die frühe Saat der ge-
meinen Gerste in den Körnern, aber nicht im Stroh den höheren Ertrag ge-
liefert hat, während die späte Saat der Chevalier-Gerste vor derjenigen der
gemeinen Gerste sowohl in dem Stroh wie in den Körnern besonders vortheil-
haft sich gezeigt hat. Dieses Resultat widerspricht der gewöhnlichen Annahme
und beweist den Nutzen von genauen Kulturversuchen aufs Neue.

Auch in Tharand sind im Jahre 1852 Versuche über den Einfluß der
frühen und späten Saat auf den Ertrag der Annatgerste zur Ausführung gebracht
worden; der Boden war sehr kalt und thonig, Vorfrucht Rüben und Kar-

	Tag der Saat.	Tag der Mahd.	Ertrag pro Hectar. Körner.	Stroh u. Spreu.
Nr. 1.	28. April	9. August	1627 Kil.	2581 Kil.
„ 2.	9. Juni	17. „	1581 „	2193 „

Auf demselben Gute hatten im Jahre 1851 Anatgerste und Phönixgerste
die folgenden Erträge gegeben:

	Körner.	Stroh.
Annatgerste	1893 Kil.	2390 Kil.
Phönixgerste	969 „	1326 „

Eine größere Anzahl von Gerste-Varietäten ist von Mitchell
auf deren Ertragsfähigkeit geprüft worden. Der Boden war von guter leh-
miger Beschaffenheit, theilweise mit porösem Lehm-Untergrunde; im Jahre
1839 gedraint und darauf mit dem Untergrundpfluge gelockert; 1848 hatte
man mit Stallmist und Guano stark gedüngte Turnips nach Weizen gebaut
und 1849 wurde der Acker für die Kulturversuche mit Gerste benutzt. Die
schwarze Gerste war im Jahre vorher zuerst an dem Versuchsorte kultivirt und
aus England bezogen worden, die 6reihige, Victoria, Italienische, Annat-
und Chevaliergerste (Nr. 2) waren in einem Thonboden von Mid-Lothian,
die gemeine und Chevalier-Gerste (Nr. 1) seit 2 oder 3 Jahren an dem Ver-
suchsorte gewachsen; die Old-English-Gerste war aus der Grafschaft Stir-
ling erst im Frühling 1849, die Chili-Gerste 1848 direkt aus diesem Lande
bezogen und im vorhergehenden Jahre nach Dibbelsaat in Morayshire geerntet
worden. Der Boden war in ausgezeichneter Kultur und die Witterung dem
Wachsthum der Gerste günstig. Gesäet wurden $3^1/_2$ Hectoliter pro Hectare,
bei allen Versuchen an demselben Tage, am 25. April.

		Zeit der Reife.	Ernteertrag pro Hectar. Körner.	Stroh.	Gew. pro Hectoliter.
1.	Schwarze Gerste . . .	20. Sept.	2197 Kil.	5509 Kil.	$53\frac{2}{3}$ Kil.
2.	Sechszeilige Gerste . .	10. "	3109 "	5177 "	$56\frac{2}{3}$ "
3.	Victoria- " . .	8. "	3108 "	3444 "	61 "
4.	Italienische " . .	12. "	3146 "	4668 "	$62\frac{1}{4}$ "
5.	Annat- " . .	12. "	3353 "	5319 "	$64\frac{2}{3}$ "
6.	Gemeine " . .	8. "	3418 "	5254 "	$63\frac{1}{2}$ "
7.	Chevalier- " Nr. 1.	15. "	3372 "	5447 "	$65\frac{1}{3}$ "
8.	" " " 2.	15. "	3484 "	4701 "	66 "
9.	Old-English " . .	6. "	3478 "	3722 "	$67\frac{2}{3}$ "
10.	Chili- " . .	3. "	1727 "	3905 "	$42\frac{2}{3}$ "

Mit Ausnahme der schwarzen und der Chili-Gerste haben sämmtliche Varietäten in den Körnern ziemlich denselben Ertrag gegeben; die Old-English-Gerste hat die schwersten Körner geliefert und ist am frühesten reif geworden, dagegen ist der Strohertrag weit niedriger als bei den übrigen Varietäten. Die Chili- und schwarze Gerste sind durchaus nicht geeignet für das Klima des Versuchsortes, die Qualität der Körner wird mit jedem Jahre des Anbaues geringer. Die gewöhnliche und die Chevalier-Gerste scheinen unter allen Arten am meisten empfehlenswerth zu sein; die Old-English-Gerste ist wohl dieselbe Varietät wie die gewöhnliche Gerste und der Anbau derselben nur als ein Samenwechsel der letzteren zu betrachten.

Aehnliche Versuche mit ähnlichem Erfolge sind im Jahre 1852 von Hay zu Melrose in Schottland angestellt worden. Der Boden war ein zäher Thon, mehr geeignet für den Anbau des Weizens als für den der Gerste, der Untergrund nur wenig porös und durchlassend, 40 englische Meilen von der Küste entfernt und 450 Fuß über der Meeresfläche gelegen; Vorfrucht war zweijähriges Grasland, die Bestellung geschah sorgfältig. Elliot's Prolific-Gerste war seit 4 Jahren auf dem Gute kultivirt, ausländische Gerste im Jahre vorher von einer Schiffsladung genommen und einmal mit gutem Erfolge angebaut, die übrigen Sorten von Lawson, Samenhändler in Edinburgh, bezogen worden. Die Saat erfolgte überall am 14. April.

		Menge der Einsaat. Hectoliter.	Zeit der Ernte.	Ertrag pro Hectar. Körner. Kil.	Stroh. Kil.	Gew.t pro Hectoliter. Kil.
1.	Peruanische Gerste . .	$2\frac{3}{4}$	12. Sept.	1817	3865	$65\frac{7}{8}$
2.	Annat- " . .	$3\frac{1}{2}$	23. "	3146	5991	$63\frac{1}{2}$
3.	Ausländische " . .	$3\frac{1}{3}$	13. "	3003	5005	64
4.	Italienische " . .	$3\frac{7}{8}$	18. "	2723	4528	$61\frac{2}{3}$
5.	Elliot's Prolific-Gerste .	$3\frac{1}{2}$	20. "	2794	4743	61
6.	Gemeine " . .	$3\frac{1}{6}$	20. "	3049	5621	64
7.	Chevalier- " . .	$3\frac{1}{2}$	20. "	2631	5390	$63\frac{1}{2}$
8.	Sechszeilige " . .	$3\frac{1}{3}$	13. "	2827	4570	61

Die Annat-Gerste hat sich in diesen Versuchen als die ergiebigste g
sowohl im Körner- wie im Strohertrage, während die Peruanische G
nach Qualität und Quantität eine sehr schlechte Ernte lieferte. Auch die
valier-Gerste hat sich hier nicht ganz so gut bewährt als in den vorher
wähnten Versuchen.

Die Gerste enthält nach **Boussingault** an:

Mehl	68,6
Kleie	18,4
Wasser	13,0

Im getrockneten Zustande sollen die Gerstekörner 2,14 Prc. St
oder 13,4 Prc. Kleber und andere Proteinverbindungen enthalten. H
ford und **Krocker** fanden in der

	Wasser.	Protein.	Stärke.
Jerusalem-Gerste aus Hohenheim . . .	16,79	12,26	35,28
Gemeinen Wintergerste aus Hohenheim . .	13,80	15,35	33,01

Fehling und **Faißt** untersuchten die im Würtembergischen 1850
1851 gewachsene Gerste:

		Bei 100° getrocknet.			
	Wasser.	Protein.	Stärke ꝛc.	Holzfaser.	[illegible]
Jerusalem-Gerste, 1850, aus Hohenheim	13,97	15,73	78,60	2,85	2,[illegible]
„ 1851, „ „	13,73	13,76	78,55	4,96	2,[illegible]
Gerste, 1851, aus Ochsenhausen . .	15,19	12,01	81,08	4,13	2,[illegible]
„ 1850, „ Kirchberg . . .	15,60	13,14	79,81	4,13	2,[illegible]
„ 1850, „ Ellwangen . . .	15,17	12,16	81,04	4,18	2,[illegible]
„ 1851, „ „ . . .	13,91	12,88	79,53	4,55	3,[illegible]

Diesen Analysen zufolge haben abweichende Witterungsverhältnisse
keinen deutlichen Einfluß auf die Zusammensetzung der Gerste geäußert.
Gleichwohl ist es bekannt, daß wenigstens das Klima in der Weise sich geltend
macht, daß unter einem wärmeren Himmel die Gerste dünnschaliger ist, als in
höher oder nördlicher gelegenen Gegenden. Ebenso bedingen die Beschaffen-
heit und der Düngungszustand des Bodens die Qualität der Gerste. Auf
zähem Thonboden wird die Gerste grob und dickschalig und läßt sich nicht so
gut zum Malzen verwenden, auf Lehmboden ist sie schwer und mehlreich, auf
Kalkboden sind die Körner dünn in der Schale, hellfarbig und für die Malz-
bereitung sehr geeignet. Der Einfluß dieser äußeren Verhältnisse auf die
Zusammensetzung der Gerste, namentlich auf deren Gehalt an Proteinverbin-
dungen, ergibt sich auch aus einer von **Fromberg** ausgeführten Unter-
suchung, welche sich auf zwei Proben von derselben Varietät (gemeine englische
Gerste) bezieht, die unter gleichen klimatischen und Witterungsverhältnissen,
aber auf einem verschiedenen Boden gewachsen waren und von denen die eine

Sorte weich und zum Malzen geeignet war, die andere aber eine harte Beschaffenheit hatte:

	Wasser.	Proteïnstoffe.
Weiche Malz-Gerste	13,55 Prc.	10,93 Prc.
Harte Gerste	13,40 „	8,03 „

Nach diesen Analysen enthielt die harte Gerste die geringste Menge an Kleber und Eiweiß, während nicht selten gerade das entgegengesetzte Verhalten beobachtet wird. Diese auf eine in England gewachsene Gerste sich beziehenden Analysen haben eine geringere Menge von Proteïnstoffen geliefert, als gewöhnlich bisher in Deutschland in der Gerste gefunden wurde. Noch auffallender ist der geringe Stickstoffgehalt in der von Anderson untersuchten und ebenfalls in England gewachsenen Chevalier-Gerste (Gewicht pro Hectoliter 68 $^1/_3$ Kil.).

	Körner.	Stroh.
Wasser	15,97	10,89
Fett	1,88	—
Proteïnstoffe	7,74	1,90
Asche	2,14	6,24
Sonstige Bestandtheile	72,27	80,97

Stöckhardt fand in einer bei Tharand im Jahr 1852 gewachsenen Annatgerste nach dem Trocknen bei 100° 3,91 Prc. Asche und nur 1 Prc. Stickstoff. Nach Lawes (Mittel aus 4 Analysen) und Thomson enthalten die Gerstenkörner im lufttrocknen Zustande:

	Wasser.	Stickstoffh. Substz.	Stickstofffr. Substz.	Asche.
Lawes	16,3 Prc.	8,75 Prc.	72,65 Prc.	2,30 Prc.
Thomson	13,1 „	10,46 „	73,75 „	2,69 „

Drei verschiedene Gerstearten, welche im J. 1854 in Möckern kultivirt waren, wurden von Ritthausen einer chemischen Prüfung unterworfen. Die vorherrschend nasse Witterung während der Ausbildung und Reife der Sommerfrüchte in jener Gegend mag bewirkt haben, daß bei der Sommergerste der Ertrag an Stroh im Verhältniß zu der Körnerernte ein sehr hoher war; es war ein Theil der sonst bei günstiger Witterung in den Körnern sich ansammelnden Nährstoffe noch im Stroh zurückgeblieben, das letztere daher etwas nahrhafter, als es gewöhnlich bei der Analyse gefunden zu werden pflegt. Von der Wintergerste wurde an Körnern pr. Hectare geerntet 2460 Kil., an Stroh und Spreu 4230 Kil., von der Annatgerste dagegen an Körnern 2142, an Stroh und Spreu 4675 Kil., und von der Probsteigerste 1530 Kil. Körner und 4356 Kil. Stroh und Spreu.

	Körner.			Stroh.			Spreu.	
	Winter-gerste.	Annat-gerste.	Probstei-gerste.	Winter-gerste.	Annat-gerste.	Probstei-gerste.	Annat-gerste.	[illegible]gerste.
Wasser	16,14	14,18	14,07	12,04	13,47	13,39	13,89	[illegible]
Asche	2,27	2,60	2,40	5,34	6,56	7,81	13,12	[illegible]
Holzfaser	8,48	6,43	7,30	48,35	42,65	42,64	29,71	[illegible]
Proteïnstoffe . . .	8,50	11,16	10,17	1,98	3,72	3,96	2,73	[illegible]
Uebrige Nährstoffe .	64,61	65,63	66,06	32,49	33,00	32,20	40,55	[illegible]

Man sieht, daß die Wintergerste unter günstigeren Verhältnissen [illegible] als die Sommergerste, die erstere hat im Verhältniß zum Stroh weit [illegible] Körner geliefert, das Stroh ist daher gleichsam mehr ausgesogen, reicher [illegible] Holzfaser und ärmer an Stickstoff, als das Stroh der Sommergerste. [illegible] Körner der Wintergerste sind charakterisirt durch einen niedrigen Gehalt [illegible] Proteïnstoffen und durch einen ziemlich hohen Gehalt an Holzfaser.

In demselben Jahre reifte die Sommergerste in Hohenheim im Ganzen unter günstigen Witterungsverhältnissen; die von Dietlen im hiesigen Laboratorium ausgeführten Analysen ergaben:

	Annatgerste. Stroh. 1.	Annatgerste. Stroh. 2.	Spreu.	Gewöhnliche 2 zeilige Gerste. Stroh.
Wasser	14,3	14,3	14,3	14,3
Asche	8,1	7,8	11,1	6,0
Holzfaser	54,0	52,3	31,3	47,4
Proteïnstoffe	1,9	2,6	3,5	3,1
Uebrige Nährstoffe	21,7	23,0	39,8	30,0

Häufig ist das Gerstestroh, welches verfüttert wird, noch nahrhafter als die obigen Analysen andeuten, nämlich in dem Falle, wenn es reichliche Mengen von anderen Pflanzen, namentlich von jungem Klee beigemischt enthält. Ein derartiges Futterstroh von Gerste untersuchte ich im J. 1853 und Ritthausen im J. 1854 in Möckern:

	1853.	1854.
Wasser	11,75	15,67
Asche	8,04	6,99
Holzfaser	42,95	41,12
Proteïnstoffe	6,12	6,24
Uebrige Nährstoffe	31,14	29,98

Man bemerkt in diesen Sorten von Gerstestroh eine besonders reichliche Menge von Stickstoffverbindungen, wodurch überhaupt der höhere Futterwerth des Gerstestrohes vor anderen Stroharten bedingt erscheint.

Von den Rückständen, welche bei der Bierbereitung gewonnen werden, sind zunächst die Malzkeime zu erwähnen, welche als ein kräftiges Futter- und Düngmittel angesehen werden; 100 Pfd. Gerste liefern etwa 3 Pfd. Keime. Nach Scheven enthielten zwei Sorten Malzkeime

	1.	2.	Wasserfrei. 1.	2.
Wasser	7,18	20,53	—	—
Asche	6,80	6,33	7,32	7,96
Holzfaser	17,03	18,73	18,34	23,56
Proteïnsubstanz	23,66	22,93	25,53	28,86
Uebrige Nährstoffe	45,33	31,48	48,81	39,62

Der große Gehalt an Stickstoffverbindungen und die leichte Verdaulichkeit der Malzkeime bedingt vorzugsweise den Werth derselben als Futtermittel.

Die Bestandtheile von Grünmalz (mit Keimen) und Darrmalz (nach Entfernung der Keime) zeigen die folgenden von Ritthausen ausgeführten Analysen:

	Grünmalz. Frisch. 1.	2.	Getrocknet. 1.	2.	Darrmalz. Frisch.	Getr.
Wasser	47,58	47,34	—	—	4,2	—
Asche	2,38	1,96	4,54	3,74	2,67	2,78
Holzfaser	4,44	4,14	8,57	7,86	8,70	9,08
Proteïnsubstanz	7,20	6,16	13,74	11,70	8,60	8,97
Sonstige Nährstoffe	38,40	40,40	73,15	76,70	75,83	79,17

Das Malz verliert also durch Entfernung der Keime vorzugsweise an Stickstoffverbindungen und Aschenbestandtheilen, wie auch durch die obigen Analysen der Malzkeime bestätigt wird. Aus dem Verhalten der Trockensubstanz ergiebt sich, daß 180 Pfd. Grünmalz 100 Pfd. Darrmalz liefern.

Die Biertreber von 7 verschiedenen Darstellungen des Bieres hat Ritthausen untersucht; die Analysen 1 bis 4 beziehen sich auf Treber von der Bereitung des Lagerbiers in Lütschena, Nr. 5 bis 7 auf Treber von der Bereitung des einfachen Bieres aus der Brauerei in Möckern. In Nr. 8 habe ich die Zusammensetzung der von mir untersuchten Treber von der Bereitung des Lagerbiers in Hohenheim mitgetheilt.

	Lütschena. 1.	2.	3.	4.	5.	Möckern. 6.	7.	Hohenheim. 8.
Wasser	71,27	77,85	72,48	75,55	75,62	76,42	77,79	77,58
Asche	1,29	1,20	1,40	1,25	1,36	1,26	1,23	1,37
Holzfaser	7,77	5,67	9,51	7,15	7,32	5,80	6,73	6,14
Proteïnsubstanz . .	4,86	5,02	5,31	4,61	5,26	5,53	4,52	3,16
Uebrige Nährstoffe .	14,81	10,26	10,30	11,44	10,44	10,99	10,72	11,75

100 Pfd. Malzschrot liefern durchschnittlich 33 bis 36 Pfd. trockne oder 130 bis 140 Pfd. feuchte Treber, während 54 bis 57 Pfd. Trockensubstanz in die Würze übergehen. Da die Treber in Folge ihres hohen Gehaltes an Proteïnsubstanz zu den sehr intensiv nährenden Futtermitteln gerechnet werden müssen, so wird der Nahrungswerth der Trockensubstanz in den Trebern etwas höher anzunehmen sein, als in dem Malz und in der Gerste; von der ursprüng-

lich in der Gerste vorhandenen Nahrungskraft bleibt in den Trebern ungefähr 45 Prc. zurück, so daß die aus 100 Pfd. Gerste gewonnenen Treber im Werth gleich 45 Pfd. Gerste zu rechnen sind.

4. Der Hafer.

Um den Einfluß der Varietät sowohl, als einer verschiedenen Vorfrucht auf den Ertrag des Hafers zu prüfen, hat Schober bei Tharand in dem Jahre 1852 mehrere Versuche angestellt. Der Boden war ein ziemlich zäher und nasser Thonschieferboden. Das Feld war im September 1851 gepflügt, im Frühjahr 1852 am 26. April eingeegt und am 28. und 29. April erstirpirt worden. Zur Saat wurde am 30. April mit einem Striche vorgeeggt und der Hafer ($5^2/_3$ Hectoliter pro Hectar) mit 3 Strichen untergebracht:

Fruchtgattung.	Vorfrucht.	Ertrag pro Hectar. Körner. Kil.	Ertrag pro Hectar. Stroh u. Spreu. Kil.	Gew. eines Hectoliter Kil.
1. Fahnenhafer	Weizen, gedüngt mit Stallmist, nach Winterraps	2321	4182	51
2. Desgl.	Roggen, gedgt., nach Brachbearbeitung	2397	4335	51
3. Desgl.	Weizen, gedgt., nach Brachbearbeitung	2244	4641	50[illegible]
4. Schwarzhafer	wie Nr. 2	2468	3907	56[illegible]
5. Jütländ. Hafer	desgl.	2300	4024	61[illegible]
6. Hopetoun-Hafer	desgl.	2040	5610	60[illegible]
7. Desgl.	Roggen, nach gedüngtem Erbsgemenge	2270	3978	50[illegible]

Der Fahnenhafer hat sich im Strohertrage sowohl als im Körnerertrag als eine vorzügliche Frucht unter den vorhandenen Verhältnissen bewährt; der Schwarzhafer hat die geringste, der Hopetoun-Hafer in Nr. 6. dagegen die größte Menge Stroh geliefert. Bei der letzteren Varietät ist die Wirkung der Vorfrucht auf die Strohbildung auffallend. Auf einem anderen Felde war in demselben Jahre Schwarzhafer gebaut worden, zum Ersatz von ausgewintertem Roggen, welcher auf zweijähriges Kleegras folgte, das theils zur Heugewinnung, theils zur Samengewinnung von Thimotheegras benutzt worden war. Die Saat erfolgte den 25. Mai mit $5^1/_2$ Hectoliter pro Hectar und die Erträge stellten sich folgendermaßen:

Vorfrucht.	Ertrag pro Hectar. Körner.	Ertrag pro Hectar. Stroh u. Spreu.	Gew. eines Hectoliter
1. Kleegras, zur Heugewinnung	2066 Kil.	3800 Kil.	55 Kil.
2. Kleegras, zur Samengewinnung	1836 „	2652 „	55[illegible] „

Hay zu Melrose in Schottland prüfte im Jahr 1850 8 Hafer-Varietäten hinsichtlich ihrer Ertragsfähigkeit und der Zeit ihrer Reife. Das Ver-

fuchsfeld hatte einen zähen, kalten Thonboden mit undurchlassendem Untergrund, der jedoch einige Jahre vorher mit Steindrains, $2^1/_2$ Fuß tief und 24 Fuß weit gedraint worden war. 1848 war Hafer nach 3jähriger Grasweide, 1849 Turnips (mit Stallmist und Guano gedüngt) angebaut worden. Der Samen war aus Edinburgh von einem Samenhändler bezogen und auf einem reichen und porösen Boden gewachsen. Jeder Versuch umfaßte $^3/_4$ eines englischen Ackers. Die Erträge sind hier auf die Fläche eines Hectar berechnet. Die Saat erfolgte am 26. und 27. März.

Hafer-Varietät.	Menge der Aussaat pro Hectar. Hectol.	Gew. pro Hectol. Kil.	Zeit der Reife. August.	Ertrag pro Hectar. Körner. Kil.	Ertrag pro Hectar. Stroh. Kil.	Gew. eines Hectol. Kil.
Kartoffel-Hafer	5,4	54,0	21	3211	4498	52,5
Sheriff	4,6	51,9	23	3062	3784	52,5
Berlie	5,6	53,7	20	2533	4311	51,2
Hopetoun	6,0	51,9	23	2294	4699	50,0
Blainslie	6,1	51,2	26	2170	5290	46,4
Sandy	5,5	51,2	20	2092	3883	50,0
Früher Angus	5,0	53,1	21	2092	3553	48,8
Barbachla	6,9	47,6	21	1815	4226	45,1

Im Jahr 1848 waren ähnliche Versuche auf demselben Felde ausgeführt worden; es wird aus allen Versuchen der Schluß gezogen, daß unter den vorhandenen klimatischen Verhältnissen auf einem zähen Thonboden die frühreifen Varietäten, welche, wie die ersten 4 in obiger Tabelle aufgeführten Sorten, sowohl im Stroh wie in den Körnern ein großes Erntegewicht zeigen, mehr als bisher geschehen ist, kultivirt zu werden verdienen, während die übrigen Varietäten für die dortige Gegend einen geringeren Werth haben.

Von den geernteten Körnern wurde eine bestimmte Quantität (reichlich 2 Hectoliter) in der Mühle auf Mehl verarbeitet und es lieferte die betreffende Sorte von 100 Th. Körnern:

Sorte	Prc. Mehl	Sorte	Prc. Mehl
Kartoffelhafer . . .	60,3 Prc. Mehl.	Sandy	60,2 Prc. Mehl.
Sheriff	51,6 „ „	Angus	55,6 „ „
Berlie	58,1 „ „	Barbachla	60,8 „ „
Hopetoun	60,6 „ „	Im Mittel	57,8 Prc.
Blainslie	55,0 „ „		

Boussingault erhielt dagegen aus dem im Jahr 1842 geernteten Hafer 78,0 Prc. Mehl und 22 Prc. Kleie. Dieser Hafer verlor durch Trocknen bei 120° 20,8 Prc. Wasser und hatte im getrockneten Zustande die folgende Zusammensetzung:

Stärke	46,1	Gummi	3,8
Fett	6,7	Kleber, Eiweiß 2c.	13,7
Zucker	6,0	Holzfaser und Asche	21,7

Das Gewichtsverhältniß zwischen dem Korne und der Schale ist bei dem Hafer sehr veränderlich. Norton fand im Mittel von 8 Proben schottischer Gerste das Korn = 76,28 und die Schale = 23,68 Prc.; das Maximum der Schale betrug 28,2, das Minimum 22,0 Prc. Boden, Klima, Witterung, Varietät, die Art und Menge des Düngers bedingen das Verhältniß zwischen Schale und Korn bei dem Hafer, wie es scheint, in höherem Grade als bei irgend einer anderen Getreideart. Die Schale des Hafers besteht hauptsächlich aus Holzfaser, sie enthält nur wenig Fett, Zucker und Proteïnsubstanz und ist deshalb weit weniger nahrhaft als die Kleie des Weizens. Norton untersuchte die Schalen von 2 Hafersorten, die Menge der stickstoffhaltigen Substanz wurde jedoch nur in der einen Probe bestimmt:

	Hopetoun-Hafer.	Kartoffelhafer.
Fett	1,50	0,92
Zucker und Gummi	0,47	0,75
Proteïnstoffe	1,88	1,88
Holzfaser	89,68	89,46
Asche	6,47	6,99

Das Korn des Hafers, nach Entfernung der Schale, fanden Fromberg und Norton in verschiedenen Sorten nach dem Trocknen bei 100° folgendermaßen zusammengesetzt:

	Hopetoun-Hafer aus Northumberland.	Hopetoun-Hafer aus Ayrshire. Nr. 1.	Hopetoun-Hafer aus Ayrshire. Nr. 2.	Kartoffelhafer aus Northumberland
Stärke	65,24	64,80	64,79	65,60
Zucker	4,51	2,58	2,09	0,80
Gummi	2,10	2,41	2,12	2,28
Fett	5,44	6,97	6,41	7,38
Avenin (Proteïnverbindungen)	15,76	16,26	17,72	16,29
Albumin (Proteïnverbindungen)	0,46	1,29	1,76	2,17
Glutin (Proteïnverbindungen)	2,47	1,46	1,33	1,45
Epidermis	1,18	2,39	2,84	2,28
Asche und Verlust	2,84	1,84	0,94	1,75

Man sieht, daß der Hafer durch einen verhältnißmäßig sehr hohen Gehalt an fettartigen Substanzen und auch an Proteïnverbindungen, namentlich vor der Gerste sich auszeichnet. Einen ähnlich hohen Gehalt an Fett hat auch Anderson in einem schottischen Hafer (Gewicht pro Hectoliter 52½ Kil.) gefunden, während der Gehalt an Proteïnverbindungen niedriger sich herausstellte. Der Hafer wurde mit der Schale im lufttrocknen Zustande untersucht; die Analyse des Haferstrohes bezieht sich auf die frühe Angus-Varietät:

	Körner.	Stroh.
Wasser	12,66	12,06
Fett	6,12	—
Proteïnverbindungen	10,16	1,50
Asche	2,66	4,81
Sonstige Bestandtheile	66,40	81,63

In der Haferspreu sind nach Norton 11,0 Prc. Feuchtigkeit und 15,1 Prc. Asche enthalten.

Die in England verbreitete Ansicht, daß der weiße Hafer werthvoller und nahrhafter sei als der schwarze und daß der in Schottland gewachsene Hafer vor dem in England geernteten den Vorzug verdiene, veranlaßte Völcker zu der folgenden Untersuchung:

	Weißer schottischer Hafer.	Schwarzer englischer Hafer.
Hafermehl	71,5 Prc.	66,25 Prc.
Hülsen	28,5 „	33,75 „
Stickstoff im Hafermehl	2,59 „	2,23 „
Proteïnsubstanz	14,74 „	13,24 „

Das Gewicht eines bestimmten Volumens beider Hafersorten verhielt sich wie 84 : 75. Das schottische Hafermehl besitzt also einen größeren Nahrungswerth als das Mehl vom schwarzen Hafer und Völcker schließt aus den Resultaten seiner Analysen, daß es im Verhältniß zu den gewöhnlich bezahlten Preisen vortheilhafter sei, weißen Hafer als schwarzen zu kaufen.

Die Haferpflanze hat im grünen, unreifen Zustande, wenn die Körner noch milchig sind, einen höheren Nahrungswerth, als wenn dieselben völlig reif geworden sind, während das Gesammtgewicht der Trockensubstanz im ersteren Falle niedriger ist; die Untersuchungen Völcker's ergeben einen verhältnißmäßig hohen Stickstoffgehalt in der wasserfreien Substanz:

	Reifer Hafer.		Grüner Hafer.	
	1. Versuch.	2. Versuch.	1. Versuch.	2. Versuch.
Körner; Stickstoff	2,39	2,54	2,87	2,85
also Proteïn	14,92	15,87	17,93	17,81
Stroh; Stickstoff	1,33	1,36	1,74	1,80
also Proteïn	8,31	8,62	10,87	11,25

Nach Völcker ist mehrfach die Erfahrung gemacht worden, daß der noch grüne Hafer 1/4 mehr Futterwerth hat, als der völlig reife; die Ursache dieser Erscheinung liegt in dem höheren Stickstoffgehalt des ersteren und in der größeren Weichheit und leichteren Verdaulichkeit des Strohes.

Die Schwankungen in dem Stickstoffgehalte des Hafers sind sehr groß, wenigstens betrugen die Differenzen im Gehalte der Proteïnverbindungen in

9 verschiedenen Haferproben, welche Norton untersuchte, nach dem Trocknen bei 100° von 14 bis 22 Prc.

	Hopetounhafer.			Kartoffelhafer.		Hafer von Barnbarroch, Wigtonshire.			Hafer von ... Twaik.
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Stickstoff	2,19	2,36	2,28	2,76	2,82	2,89	3,51	2,49	3,00
Proteïnverbindungen	14,00	14,78	14,04	17,36	17,77	18,24	22,01	15,66	18,88

Von Horsford und Krocker sind ebenfalls die Hauptbestandtheile im Hafer bestimmt worden:

	Wasser.	Proteïn.	Stärke.
Kamtschatkahafer aus Hohenheim	12,71	13,32	34,92
Weißer früher Rispenhafer, ebendaher	12,94	15,67	32,23
Derselbe ohne Hülsen	12,94	18,78	—

Ohne Hülsen ist der Gehalt des Hafers an Proteïnsubstanzen beträchtlich höher als mit den Hülsen, weil die letzteren weit weniger stickstoffhaltig sind als das eigentliche Hafermehl, wie auch Norton's Untersuchungen deutlich nachgewiesen haben:

	Schale.	Korn.	Hafer.
Stickstoff	0,30	2,82	2,18
Proteïnverbindungen	1,88	17,77	13,72

Von Fehling und Faißt sind noch die folgenden Analysen mitgetheilt worden, welche sich auf den ungeschälten Hafer beziehen:

		Bei 100° getrocknet.			
	Wasser.	Proteïn.	Stärke.	Holzfaser.	Asche.
Kamtschatkahafer, 1850, Hohenheim	12,75	15,59	70,24	11,39	2,75
Desgl. 1851, „	14,13	14,11	73,10	9,90	2,89
Hafer, 1850, aus Ochsenhausen .	12,47	12,37	74,25	10,37	3,01
„ 1851, „ „ . .	12,96	11,62	75,35	10,37	2,66
„ 1850, aus Kirchberg . . .	13,27	11,53	75,21	10,37	2,89
„ 1851, „ „	13,43	13,04	73,64	10,37	2,95
„ 1850, aus Ellwangen . .	13,71	12,02	75,12	10,21	2,65
„ 1851, „ „ . .	12,59	10,69	76,41	10,00	2,90

Einige Stickstoffbestimmungen, welche Stöckhardt mit verschiedenen Hafersorten im Jahr 1851 angestellt hat, mögen hier noch Erwähnung finden:

Hafersorten im völlig wasserfreien Zustande.	Stickstoff in Prc.	Proteïnstoffe in Prc.	Boden, auf dem der Hafer gewachsen war.
Fahnenhafer von Tharand	1,092	6,825	Schwerer, nasser, kalter Thonboden.
Hopetounhafer von Tharand	1,094	6,837	
Schwarzhafer „ „	1,260	7,875	
Hafer von Klein-Opitz bei Tharand .	1,500	9,375	Bindiger, kräftiger Lehmboden.
Hafer von Frankenfelde (Preußen) . .	1,850	11,562	Leichter, warmer, sandiger Lehmboden.

Gute Hafersorten aus trocknen Jahrgängen enthalten 2 bis $2^1/_2$ Prc. Stickstoff. Stöckhardt bemerkt zu diesen Bestimmungen: Sehr deutlich tritt hier die Abhängigkeit des Stickstoffgehaltes der untersuchten Hafersorten von dem Boden, d. h. nicht von der chemischen Zusammensetzung, sondern von dem geognostischen Bestand desselben, hervor, von welchem letzteren wiederum das Verhalten des Bodens gegen Wärme und Wasser, denen hier wohl der größte Einfluß auf die gebildete Stickstoff- oder Proteïnmenge zuzuschreiben ist, abhängt. In dem vorherrschend naßkalten Jahre 1851 ist hiernach der kräftigste (stickstoffreichste) Hafer erzeugt worden bei dem geringsten Maße von Feuchtigkeit und dem größten von Wärme im Boden, ein weniger kräftiger Hafer bei mehr Feuchtigkeit und weniger Wärme, der unkräftigste bei dem größten Grade von Feuchtigkeit und dem geringsten von Wärme. In vorherrschend trocknen Jahrgängen würde das hier beobachtete Verhalten vielleicht das umgekehrte sein.

Um den Einfluß des verschiedenen Gewichtes eines bestimmten Volumens auf die procentische Zusammensetzung bei dem Hafer zu prüfen, ließ A. Müller in Chemnitz eine Sorte Weißhafer durch wiederholtes Würfen in 3 Abtheilungen bringen; es ergab sich:

	1.	2.	3.
Gewicht eines Dresdner Scheffels	130 Pfd.	$112^1/_2$ Pfd.	95 Pfd.
Körnerzahl im Scheffel	2,016872	1,811649	1,606426
Gewicht eines Kornes in Grammen, 14,8 auf 1 Loth	0,0305 Grm.	0,0292 Grm.	0,0279 Grm.
	Prc.	Prc.	Prc.
Wasser	14,70	14,67	14,64
Holzfaser	8,46	9,60	10,74
Asche	2,74	2,71	2,68
Proteïnsubstanz	9,00	8,76	8,52
Fett und Wachs	6,56	6,37	6,17
Zucker und Dextrin	2,40	2,46	2,53
Stärke	56,14	55,43	54,71

Die procentische Zusammensetzung der Körner mit niedrigerem und höherem Scheffelgewicht ist nur wenig verschieden. Die einzige beträchtlichere Differenz betrifft die Holzfaser, welche in dem leichten Hafer in 1,27 Mal größerer Menge zugegen war, als in dem schweren Hafer. Bei anderen Sorten mag jedoch der Unterschied in der Zusammensetzung bedeutender sein.

Im J. 1854 wurde das Stroh und die Spreu des Hafers im Hohenheimer Laboratorium untersucht; der Hopetounhafer war in den Körnern gut ausgebildet, während der Rispenhafer nothreif war und in den Rispen sehr viele taube Aehrchen hatte, das Stroh des letzteren mußte daher reich an Proteïnstoffen sein:

	Hopetounhafer. Stroh.	Hopetounhafer. Spreu.	[illegible] Stroh.
Wasser	14,3	14,3	14,3
Asche	5,4	18,8	4,8
Holzfaser	50,2	34,9	48,3
Proteïnsubstanz	2,6	4,0	7,7
Sonstige Nährstoffe . . .	27,5	28,0	24,9

Die Rückstände von der Spiritusfabrikation aus Ge-treide, die sogenannte Getreideschlempe, bilden ein sehr gesch[ätztes] Futtermittel, welches wegen des hohen Gehaltes an Proteïnsubstanz bes[onders] neben stickstoffarmen Futtermitteln eine ausgezeichnete Wirkung in der Mi[lch-] und Fleischproduktion äußert. Nach den Angaben der Spiritusfabrik[anten] liefern bei guter Ausbeute 100 Pfd. Trockensubstanz:

Kartoffeln.	Roggen.	Weizen.	Malz.	Gerste.	
1600	1164	1250	1300	1134	Alkoholprc.,

welchen an Stärke entsprechen

60,9	44,4	48,9	49,6	43,5	Pfd.;

darnach verbleiben im Rückstande:

39,1	55,6	51,1	50,4	56,5	Prc.

Wenn die ganze Menge der vorhandenen Stärke vollständig in Alkohol ver-wandelt würde, dann würde die Schlempe von 100 Pfd. Trockensubstanz [der] Kartoffeln nur 28 Prc., des Roggens 41,2, des Weizens 36,8 Prc. und des Hafers 37,9 Prc. enthalten. Die geringere Ausnutzung des Getreides hat größtentheils wohl darin ihren Grund, daß das Stärkekorn desselben [in] seiner größeren Consistenz weniger leicht und vollständig in Kleister und [durch] Diastase in Zucker übergeführt werden kann und diesem Umstande ist es vor-züglich zuzuschreiben, daß die Destillationsrückstände von Getreide verhältniß-mäßig reicher an Trockensubstanz sind, als die von Kartoffeln. Ritthau-sen erhielt aus 15,6 Pfd. Roggenschrot, 5,9 Pfd. Grünmalz und 0,125 Pfd. Hefe, worin zusammen 17,60 Pfd. Trockensubstanz war, 87,2 Pfd. Schlempe mit 9,81 Pfd. oder 56,8 Prc. von der ursprünglich vorhandenen Trocken-substanz; in der Schlempe war enthalten:

	Frisch.	Wasserfrei.
Wasser	88,75	—
Asche	0,55	4,93
Holzfaser	1,60	14,22
Proteïnsubstanz	2,06	18,50
Sonstige Nährstoffe	7,02	62,35

Nach dieser Beobachtung würden also 100 Pfd. Roggenschrot, mit der nöthi-gen Menge Grünmalz und Hefe gemischt, 559 Pfd. Schlempe von dieser Zusammensetzung liefern.

ch, daß 6 Stück von mittlerer Größe im frischen Zustande zusammen 510 Grm. wogen. Die Trockensubstanz in den Blättern betrug für anzen 25,6 Grm., in den Stengeln 49,7 Grm., zusammen also 75,3 Grm. 14,8 Prc. von dem Gewichte der frischen Pflanze.

	Stengel.	Blätter.	Ganze Pflanze.	
	Lufttr.	Lufttr.	Frisch.	Lufttr.
Wasser	16,7	16,7	85,2	16,7
Asche	3,8	6,2	0,8	4,5
Holzfaser	28,9	37,4	5,6	31,5
Proteïnsubstanz	4,4	8,4	1,0	5,6
Uebrige Nährstoffe	46,2	31,3	7,4	41,7

i bemerkt, daß alle im Obigen genannten Maissorten eine sehr ähnliche ammensetzung haben, daß namentlich diese Pflanze gegen andere Grün-arten arm ist an stickstoffhaltigen Nährstoffen. Der in Hohenheim 1854 wachsene Mais war bei gleichem Proteingehalt etwas wässeriger und na-tlich reicher an Holzfaser und daher ärmer an leichtlöslichen stickstofffreien ährstoffen als der in Möckern 1853 untersuchte Mais, ein Verhalten, wel-theils durch die verschiedenen Kultur-, Boden- und Düngungsverhältnisse, ls durch die Witterung des Jahrganges bedingt zu sein scheint.

b. Grünfutter und Heu.

1. Gras und Heu der Wiesen.

Das Heu und Grummet der Wiesen ist ebenso wie die Früchte des Fel- sehr verschiedenartig zusammengesetzt; die Art der Wiesenpflanzen, die chaffenheit des Bodens und der Gewässer, welche entweder absichtlich über Wiesen hingeleitet werden, oder zu gewissen Jahreszeiten aus ihrem Bette austreten, ferner der Düngungszustand, die Jahreswitterung und die kli- chen Verhältnisse, alle diese Einflüsse sind ohne Zweifel von Bedeutung Mengenverhältnisse, in welchen die einzelnen Bestandtheile im Heu zu- d. Bis zu welchem Grade diese Einflüsse sich geltend machen, en wir bis jetzt kaum Vermuthungen aufstellen; gewiß wird aber Zukunft auch in Betreff der hier angeregten Frage, wie in zu bestimmten Aufschlüssen führen.

Salvetat haben in den Vogesen die Beobach- ngen von Wasser aus verschiedenen Quellen, icher Bodenbeschaffenheit geleitet werden, auffallend modificiren. Es wurden rutet nach der Bewässerung:

Die procentische Zusammensetzung war also:

	Stengel.		Blätter.		Kolben.	Ganze Pflanze.	
	Amerik.	Oesterr.	Amerik.	Oesterr.	Oesterr.	Amerik.	Oe[illegible]
Wasser	87,95	83,96	72,38	75,25	82,64	84,34	[illegible]
Asche	0,84	0,85	1,98	2,94	0,67	1,11	[illegible]
Holzfaser	3,70	3,87	9,10	8,45	4,30	4,96	[illegible]
Proteïnstoffe	0,41	0,41	2,61	3,22	1,09	0,92	[illegible]
Andere Nährstoffe	7,10	10,91	13,93	10,14	11,30	8,67	[illegible]

Aus der Gesammtmenge der Nährstoffe in beiden hier untersuchten Mai- sorten ergibt sich, daß deren Nahrungswerth sich verhält wie 9,59 zu 12, nahe wie 3 : 4 oder daß 3 Pfd. des österreichischen Mais als Grünfutter den- selben Nähreffect äußern werden, wie 4 Pfd. des amerikanischen Zahnmais; der letztere steht also in seinem ökonomischen Werthe entschieden hinter dem österreichischen und wahrscheinlich hinter allen frühreifen Sorten, mithin auch dem badischen Mais, zurück. Ungeachtet der amerikanische Mais im August in einer jüngeren Periode der Vegetation und vor dem Beginn der Blüthezeit sich befand, auch deutlich wässeriger und also saftreicher war als der österreichische Mais, so zeigte sich der letztere bei der Untersuchung ver- hältnißmäßig bedeutend ärmer an unverdaulichen und reicher an assimilirbaren nahrhaften Substanzen. Wie sich die angedeuteten Verhältnisse unter Be- rücksichtigung des Gesammtgewichtes der Ernte in den späteren Vegetations- perioden des Zahnmais gestalten, müssen erst weitere Untersuchungen nach- weisen. Sehr wichtig für die Beurtheilung des Grünmais als Futtermittel ist das Resultat der obigen Analysen, daß diese Pflanze verhältnißmäßig sehr arm ist an Proteïnstoffen; die Menge derselben verhält sich nämlich zu der Menge der stickstofffreien löslichen Nährstoffe wie 1 : 10, während dieses Verhältniß in einer gut nährenden Futtermischung wie 1 : 5 oder 1 : 6 sein muß; man darf daher den grünen Mais, wenn er in einem kräftigen Boden üppig ge- wachsen ist, nicht als ausschließliches Futter den Thieren, namentlich den Kühen vorlegen, er muß gleichzeitig mit Gras oder noch besser mit Klee oder Luzerne verfüttert werden, um völlig ausgenutzt werden zu können; nur in diesem Falle wird er auf die Milchproduktion eine günstige Wirkung äußern.

Zur Ergänzung der obigen Untersuchungen von Grünmais wurden im Jahre 1854 im Hohenheimer Laboratorium von Jani Analysen ausgeführt von einem Futtermais, welcher in mäßig kräftigem Boden, nach sehr dichter breitwürfiger Saat schwache Pflanzen getrieben hatte; der Mais war eine ziemlich früh reifende Sorte und wurde in der zweiten Hälfte des August zu einer Zeit untersucht und verfüttert, als die Kolben kaum angefangen hatten sich auszubilden. Die einzelnen Pflanzen waren 3 bis 4 Fuß hoch und

und die süddeutschen (badischen und österreichischen) Maissorten, welche auch in nördlicher gelegenen Gegenden als Futterpflanzen Eingang gefunden haben. Rathusius auf Königsborn bei Magdeburg hat auf einem sehr nassen und vergrasten Felde, also unter sehr ungünstigen Bodenverhältnissen, von dem amerikanischen (Pferdezahn) Mais auf der Fläche eines Hectar 64400 Kil., von dem badischen Mais 41860 Kil. Grünfutter geerntet; die Saat wurde Ende Mai bestellt, die Ernte erfolgte Ende August und im September. Am 1. October waren bei dem amerikanischen Mais die Kolben noch vollkommen grün und saftig und die Fruchthaare ebenfalls noch ganz frisch; bei dem badischen waren letztere schon theilweise abgestorben und die Kolben soweit erhärtet, daß sich der Fruchtboden nur mit Mühe zerkleinern ließ; die Körner waren schon gelblich, aber noch vollkommen milchig. Die Gewichtsbestimmungen zweier Maisstengel sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt; die Trockensubstanz bezieht sich auf den lufttrocknen Zustand, wobei noch 10 bis 12 Prc. Feuchtigkeit zurückblieben:

	Absol. Gewicht Frisch.		Trocken.		Procente der Trockensubstanz.	
	Amerik.	Bad.	Amerik.	Bad.	Amerik.	Bad.
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Prc.	Prc.
Grüne Blätter	76,32	75,43	23,29	19,46	30,5	25,5
Blattansätze	77,06	63,69	18,07	12,74	23,4	20,0
Kolbenknospen	17,78	10,01	2,02	1,19	11,3	11,9
Halbdürre Blätter	38,40	21,03	20,84	10,23	54,3	48,6
Männliche Blüthen	8,65	5,27	5,56	4,22	64,3	80,0
Obere Internodien	43,92	37,61	10,03	8,04	22,8	21,4
Mittlere Internodien . . .	122,15	98,29	27,81	20,51	22,8	20,9
Unterste Internodien . . .	125,02	105,88	29,56	20,95	23,7	19,8
Summa der Blatttheile . . .	218,21	175,43	69,77	47,83	32,0	27,3
Summa des Halmes . . .	291,09	241,78	67,39	49,50	23,2	20,5
Fruchtkolbe	198,63	222,75	27,04	59,68	13,6	26,8
Ganze Pflanze	707,93	639,96	164,20	157,01	23,2	24,5

	Procente vom Gewichte der ganzen Pflanze. Frisch.		Lufttrocken.	
	Amerik.	Bad.	Amerik.	Bad.
Blatttheile	30,8	27,4	42,5	30,5
Halm	41,1	37,8	41,0	31,5
Fruchtkolbe	28,1	34,8	16,5	38,0
Ganze Pflanze	100,0	100,0	100,0	100,0

Auch im Jahr 1851 führte Rathasius Kulturversuche mit verschiedenen Maissorten aus. Zu diesen Versuchen dienten 11 Sorten, nämlich:

Nr. 1. Großer weißer früher Mais, bei St. Louis gebaut.
„ 2. Großer weißer Ohio.
„ 3. Weißer Canada.

		aus der guten Quelle.	aus der schlechten Quelle.
im Jahre 1847:			
	Heu	4890 Kil.	1433 Kil.
	Grummet	2493 „	728 „
	Zusammen	7383 Kil.	2161 Kil.
im Jahre 1848:			
	Heu	6887 Kil.	1669 Kil.
	Grummet	2889 „	900 „
	Zusammen	9776 Kil.	2569 Kil.

Das lufttrockne Heu enthielt bei der Ernte noch 21 bis 27 Prc. Feuchtigkeit.
nach einjähriger Aufbewahrung . . 12 „ 14 „ „
Das lufttrockne Grummet enthielt bei der Ernte 24 „ 34 „ „
nach einjähriger Aufbewahrung . . 14 „ 15 „ „

In den verschiedenen Ernten wurde an Stickstoff und Asche, nach dem Trocknen bei 100° gefunden:

	Stickstoff.	Protein.	Asche.
Heu, nach der Bewässerung mit gutem Wasser . .	1,40	8,70	5,3
Heu, nach der Bewässerung mit schlechtem Wasser .	1,80	11,20	6,0
Grummet, nach der Bewässerung mit gutem Wasser	1,90	11,80	9,6
Grummet, nach der Bewässerung mit schlechtem Wasser	1,60	10,00	9,8

Auf den Stickstoffgehalt des Heu's oder Grummets hat diesen Analysen zufolge die Beschaffenheit des Wassers keinen deutlichen und constanten Einfluß geäußert. Boussingault fand in dem gewöhnlichen Heu von natürlichen Wiesen, nach dem Trocknen bei 100° 1,34 Prc. Stickstoff, im Heu von vorzüglicher Beschaffenheit 1,50, in dem ausgesuchten Heu von natürlichen Wiesen 2,40 und in dem von den holzigen Stengeln befreiten Heu 2,44 Prc. Stickstoff. Boussingault nimmt an, daß die stickstoffreichsten Heusorten auch die am meisten nahrhaften seien, eine Ansicht, welche durch anderweitig angestellte Heuanalysen keineswegs bestätigt wird. Stöckhardt und Hellriegel untersuchten 12 verschiedene Heusorten von sehr verschiedener Güte und fanden in der völlig trockenen Substanz die folgenden Mengenverhältnisse an Asche und Stickstoff:

	Heusorten.	Asche.	Stickstoff.	Protein.
	Von Niederreinsberg bei Nossen (1851).			
1.	Heu von einer bewässerten Kunstwiese; gutes Mittelheu, aber etwas hart	12,19	2,54	15,8
2.	Heu von einer unbewässerten Wiese, mit der vorigen von gleicher Lage und Bodenbeschaffenheit; sehr gutes, feines Heu	7,84	2,24	14,0
	Von Langenrinne bei Freiberg (1850).			
3.	Heu von einer bewässerten Kunstwiese; gutes Mittelheu	6,44	2,20	13,7
4.	Feldheu, aus Thimotheegras bestehend	5,18	1,72	10,7

	I.			II.			III.		
	Am 21. August.			Am 30. August.			Am 17. September.		
	Grün.	Lufttrocken.		Grün.	Lufttrocken.		Grün.	Lufttrocken.	
	Kil.	Kil.	Prc.	Kil.	Kil.	Prc.	Kil.	Kil.	Prc.
Nr. 9.	30195	4892	16,9	39656	6723	16,9	32812	5737	18,1
„ 10.	22344	3623	16,2	25746	5033	19,6	30195	5073	16,8
„ 7.	29792	4469	15,1	40260	7690	19,2	36234	6100	16,8
„ 8.	24691	3543	14,2	28786	4791	16,6	28585	4851	17,0
„ 11.	23150	3905	16,8	27578	5113	18,5	30396	5979	19,7
Mittel	26089	4085	15,7	32409	5878	18,2	31785	5596	17,7

Bei der Betrachtung der Mittelzahlen aus beiden Gruppen von Maissorten ergeben sich sehr beachtungswerthe Thatsachen. Bei der ersten Gewichtsbestimmung, am 21. August, als die frühen Sorten eben anfingen ihre Blüthen zu entwickeln, sind sie gegen die amerikanischen späten Sorten im Vortheil, da sie ungefähr 1/6 bis 1/7 Trockensubstanz mehr lieferten. Wer also schon vor Mitte August mit der Maisfütterung anfangen muß, wird wohl bei den frühen deutschen Sorten sich besser stehen und es wird bei so früher Ernte unbedenklich Roggen auf den Futtermais folgen können. Noch am 30. August sind die frühen Sorten dem Trockengewichte nach bedeutend vor den späten im Vorsprung; es ist jedoch fraglich, ob in dieser Periode die zartere Grünfuttermasse der späten, oder die größere Heumasse der früheren Sorten mehr wirthschaftlichen Vortheil gewährt. Nach weiteren 18 Tagen, Mitte September, ist dagegen der Vortheil ganz entschieden auf Seiten der späten Sorten. Eine Zunahme ist an den frühen Sorten gar nicht mehr zu bemerken und da sich ihre Güte als Futter mit dem Alter gewiß nicht vermehrt, wäre es hiernach fehlerhaft, sie nicht mit vollendeter Blüthe oder etlichen 80 Tagen nach der Aussaat verbraucht zu haben. Sollten sie in späteren Perioden verbraucht werden, so müßte man sie auch später säen, was häufig, namentlich in einem naßkalten Frühjahr, wie 1851, nur erwünscht sein könnte.

Bei Eldena, einem der nördlichsten Orte, wo bisher Mais kultivirt worden ist, beobachtete Münter im Jahr 1850 von einigen direkt aus Amerika bezogenen Maissorten die folgenden Erträge an Grünfutter pro Hectar:

Early red	39393 Kil.	Weißer Futtermais	49721 Kil.
Early red cob	41669 „	Desgl. (andere Varietät)	62403 „
Early white flower	42676 „		

Die Körner dieser Maissorten wurden auf frisch (mit 16 Fuder Kuhmist pro Hectar) gedüngtem Lande, in 18zölliger Entfernung im Quadrat, am 24. Mai ausgelegt und die Ernte erfolgte am 1. October. Namentlich die zuletzt genannten Sorten waren sehr hoch (8 Fuß) und dickstenglig (1 1/2 Zoll dick) und wurden sämmtlich von dem Rindvieh gern gefressen.

Im Jahr 1851 kamen in Eldena noch einige andere Kulturversuche mit

Vergleicht man diese Schätzung mit der gefundenen Menge der ver... lichen Stoffe, so ist eine annähernde Uebereinstimmung der nach b... Schätzungsmethoden gefundenen Resultate nicht zu verkennen.

Die von Anderson mitgetheilten Heu-Analysen zeigen einen ... niedrigen Gehalt an Proteïnstoffen:

	Frisches Heu.	1 Jahr altes Heu.
Wasser	16,54	13,13
Proteïnstoffe	6,10	4,00
Asche	7,41	5,26
Sonstige Bestandtheile	69,89	77,61

Eine von mir untersuchte Heusorte (1) war auf den sehr ergi... Elsterwiesen bei Möckern im Jahre 1852 gewachsen, ein gutes Mitt... das Heu (2) war aus jungem Gras, zur Zeit der angehenden Blüthe ge... bereitet worden:

	1.	2.
Wasser	16,94 Pr.	14,30 Pr.
Asche	5,04 „	6,99 „
Proteïnsubstanz	10,60 „	11,70 „
Holzfaser	27,18 „	24,01 „
Auflösliche, stickstofffreie Nährstoffe .	40,17 „	43,00 „
	100,00	100,00

Um den Einfluß ungünstiger Witterung bei der Ern... des Heu's auf die Beschaffenheit des letzteren nachzuweis... wurden im Tharander Laboratorium zwei Heuproben untersucht, die von ei... und derselben Wiese stammten und zu gleicher Zeit gemäht worden waren; d... eine Sorte (Nr. 1) war aber innerhalb drei Tagen getrocknet und auf's ... eingebracht worden, während die andere (Nr. 2) 13 Tage lang bei abwech... selnd nassem und trocknem Wetter im Freien hatte liegen müssen, ehe sie ... gefahren werden konnte.

	1.	2.
Stickstoffhaltige Nährstoffe	7,8	6,5
Stickstofffreie Nährstoffe	54,0	49,8
Unlösliche Pflanzenfaser	32,1	36,5
Mineralstoffe	6,1	7,2

Es berechnet sich nach Stöckhardt der durch das Beregnen und län... gere Liegen des Heues eingetretene Verlust auf 9 Prc. oder reichlich $^1/_7$ von den im guten Heu vorhandenen löslichen Theilen. Bei der Verfütterung wird aber das beregnete Heu jedenfalls noch beträchtlich weniger leisten, w... gerade besonders werthvolle lösliche Bestandtheile verloren gegangen sind, wi... z. B. daraus erhellt, daß durch direkte Zuckerbestimmung ein Verhältniß von 0,71 zu 0,12 in beiden Heusorten sich ergab, wonach also in dem bereg... neten Heu nur $^1/_6$ des ursprünglich vorhandenen Zuckers zurückgeblieben war.

Im Jahre 1853 analysirte Keyser in meinem Laboratorium Heu und Grummet von einer und derselben Wiesenfläche in Möckern; es ist zu bemerken, daß in diesem Jahre das Heu bei der Ernte von Regen mehrfach durchnäßt worden war und daher ein verblichenes Aussehen hatte, während das Grummet bei sehr günstiger Witterung geerntet, noch grün gefärbt war und einen aromatischen Geruch besaß; außerdem war das Grummet viel feinfaseriger und blätterreicher als das Heu. Im J. 1854 war das in Möckern geerntete Heu und Grummet besonders reich an Proteinsubstanz und auch an Holzfaser, wie die von Ritthausen mitgetheilten Analysen beweisen.

	1853.		1854.	
	Heu.	Grummet.	Heu.	Grummet.
	Prc.	Prc.	Prc.	Prc.
Wasser	13,38	13,06	14,79	16,14
Asche	7,67	7,46	4,92	6,27
Proteinsubstanz	9,06	10,75	12,55	10,93
Holzfaser	27,15	19,02	34,68	28,94
Lösliche, stickstofffreie Nährstoffe	42,74	49,71	33,06	35,72
	100,00	100,00	100,00	100,00

Diese Zahlen zeigen deutlich, daß unter den vorhandenen Verhältnissen das Grummet entschieden einen höheren Nahrungswerth besitzt als das Heu von denselben Wiesen. Auch Boussingault hat den Stickstoffgehalt im Grummet höher gefunden als im Heu und er bemerkt, daß im Allgemeinen das letztere weniger nahrhaft sei, als das erstere. Dagegen sind namentlich die norddeutschen Landwirthe der Ansicht, daß dem Grummet ein geringerer Futterwerth beigelegt werden müsse als dem Heu; wenn diese Annahme die richtige ist, so ist diese Erscheinung gewiß keineswegs in der ursprünglichen Zusammensetzung der zu Grummet gemachten Gräser und Kräuter begründet, sondern möchte wohl eher durch die meistens sehr ungünstige Witterung bei der Grummeternte bedingt sein. Wenn der zweite Schnitt der Wiesen nicht zu spät im Herbste erfolgt, so ist, unter sonst das Wachsthum der Pflanzen gleichmäßig fördernden äußeren Verhältnissen, das Grummet stets weichstengeliger und blätterreicher, und daher auch entschieden nahrhafter als das Heu, wie auch die soeben mitgetheilten Analysen beweisen. Sobald aber das Grummet vor dem Trocknen mehrmals von Regen durchnäßt und gleichsam ausgewaschen ist, oder durch langes Liegen unter den wechselnden Einflüssen der Witterung vielleicht eine Art von Gährung eingetreten ist und ein Theil der nahrhaften Substanz sich zersetzt hat, dann wird auch der Nahrungswerth des Grummets sehr vermindert und oft ein geringerer sein, als bei dem auf derselben Wiese geernteten Heu beobachtet wird. Diesen Einfluß der Witterungsverhältnisse und der Zeit der Ernte auf die Zusammensetzung des Heu's und

Die procentische Zusammensetzung war also:

	Stengel.		Blätter.		Kolben.	Ganze Pflanze.	
	Amerik.	Oesterr.	Amerik.	Oesterr.	Oesterr.	Amerik.	Oe[illegible]
Wasser	87,95	83,96	72,38	75,25	82,64	84,34	[illegible]
Asche	0,84	0,85	1,98	2,94	0,67	1,11	[illegible]
Holzfaser	3,70	3,87	9,10	8,45	4,30	4,96	[illegible]
Proteïnstoffe	0,41	0,41	2,61	3,22	1,09	0,92	[illegible]
Andere Nährstoffe	7,10	10,91	13,93	10,14	11,30	8,67	[illegible]

Aus der Gesammtmenge der Nährstoffe in beiden hier untersuchten Mai[illegible] sorten ergibt sich, daß deren Nahrungswerth sich verhält wie 9,59 zu 12,[illegible] nahe wie 3 : 4 oder daß 3 Pfd. des österreichischen Mais als Grünfutter [illegible] selben Nähreffect äußern werden, wie 4 Pfd. des amerikanischen Zahnmai[illegible] der letztere steht also in seinem ökonomischen Werthe entschieden hinter [illegible] österreichischen und wahrscheinlich hinter allen frühreifen Sorten, mithin [illegible] dem badischen Mais, zurück. Ungeachtet der amerikanische Mais [illegible] August in einer jüngeren Periode der Vegetation und vor dem Beginn [illegible] Blüthezeit sich befand, auch deutlich wässeriger und also saftreicher war [illegible] der österreichische Mais, so zeigte sich der letztere bei der Untersuchung doch [illegible] hältnißmäßig bedeutend ärmer an unverdaulichen und reicher an assimilir[illegible] nahrhaften Substanzen. Wie sich die angedeuteten Verhältnisse unter [illegible] rücksichtigung des Gesammtgewichtes der Ernte in den späteren Vegetatio[illegible] perioden des Zahnmais gestalten, müssen erst weitere Untersuchungen [illegible] weisen. Sehr wichtig für die Beurtheilung des Grünmais als Futtermitt[illegible] das Resultat der obigen Analysen, daß diese Pflanze verhältnißmäßig sehr [illegible] ist an Proteïnstoffen; die Menge derselben verhält sich nämlich zu der [illegible] der stickstofffreien löslichen Nährstoffe wie 1 : 10, während dieses Verh[illegible] in einer gut nährenden Futtermischung wie 1 : 5 oder 1 : 6 sein muß; [illegible] darf daher den grünen Mais, wenn er in einem kräftigen Boden üppi[illegible] wachsen ist, nicht als ausschließliches Futter den Thieren, namentlich [illegible] Kühen vorlegen, er muß gleichzeitig mit Gras oder noch besser mit Klee [illegible] Luzerne verfüttert werden, um völlig ausgenutzt werden zu können; [illegible] diesem Falle wird er auf die Milchproduktion eine günstige Wirkung äu[illegible]

Zur Ergänzung der obigen Untersuchungen von Grünmais wurde[illegible] Jahre 1854 im Hohenheimer Laboratorium von Jani Analysen ausge[illegible] von einem Futtermais, welcher in mäßig kräftigem Boden, nach sehr di[illegible] breitwürfiger Saat schwache Pflanzen getrieben hatte; der Mais war [illegible] ziemlich früh reifende Sorte und wurde in der zweiten Hälfte des Aug[illegible] einer Zeit untersucht und verfüttert, als die Kolben kaum angefangen [illegible] sich auszubilden. Die einzelnen Pflanzen waren 3 bis 4 Fuß hoch [illegible]

schwach, daß 6 Stück von mittlerer Größe im frischen Zustande zusammen nur 510 Grm. wogen. Die Trockensubstanz in den Blättern betrug für 6 Pflanzen 25,6 Grm., in den Stengeln 49,7 Grm., zusammen also 75,3 Grm. oder 14,8 Prc. von dem Gewichte der frischen Pflanze.

	Stengel.	Blätter.	Ganze Pflanze.	
	Lufttr.	Lufttr.	Frisch.	Lufttr.
Wasser	16,7	16,7	85,2	16,7
Asche	3,8	6,2	0,8	4,5
Holzfaser	28,9	37,4	5,6	31,5
Proteïnsubstanz	4,4	8,4	1,0	5,6
Uebrige Nährstoffe	46,2	31,3	7,4	41,7

Man bemerkt, daß alle im Obigen genannten Maissorten eine sehr ähnliche Zusammensetzung haben, daß namentlich diese Pflanze gegen andere Grünfutterarten arm ist an stickstoffhaltigen Nährstoffen. Der in Hohenheim 1854 gewachsene Mais war bei gleichem Proteïngehalt etwas wässeriger und namentlich reicher an Halzfaser und daher ärmer an leichtlöslichen stickstofffreien Nährstoffen als der in Möckern 1853 untersuchte Mais, ein Verhalten, welches theils durch die verschiedenen Kultur-, Boden- und Düngungsverhältnisse, theils durch die Witterung des Jahrganges bedingt zu sein scheint.

b. Grünfutter und Heu.

1. Gras und Heu der Wiesen.

Das Heu und Grummet der Wiesen ist ebenso wie die Früchte des Feldes sehr verschiedenartig zusammengesetzt; die Art der Wiesenpflanzen, die Beschaffenheit des Bodens und der Gewässer, welche entweder absichtlich über die Wiesen hingeleitet werden, oder zu gewissen Jahreszeiten aus ihrem Bette heraustreten, ferner der Düngungszustand, die Jahreswitterung und die klimatischen Verhältnisse, alle diese Einflüsse sind ohne Zweifel von Bedeutung für die Mengenverhältnisse, in welchen die einzelnen Bestandtheile im Heu zugegen sind. Bis zu welchem Grade diese Einflüsse sich geltend machen, darüber können wir bis jetzt kaum Vermuthungen aufstellen; gewiß wird aber schon die nächste Zukunft auch in Betreff der hier angeregten Frage, wie in vielen anderen Dingen zu bestimmten Aufschlüssen führen.

Chevandier und Salvetat haben in den Vogesen die Beobachtung gemacht, daß gleiche Mengen von Wasser aus verschiedenen Quellen, wenn dieselben auf Wiesen von gleicher Bodenbeschaffenheit geleitet werden, die Erträge an Heu und Grummet sehr auffallend modificiren. Es wurden nämlich von einem Hectar Wiesenfläche geerntet nach der Bewässerung:

		aus der guten Quelle.	aus der schlechten Quelle.
im Jahre 1847:	Heu	4890 Kil.	1433 Kil.
	Grummet	2493 „	728 „
	Zusammen	7383 Kil.	2161 Kil.
im Jahre 1848:	Heu	6887 Kil.	1669 Kil.
	Grummet	2889 „	900 „
	Zusammen	9776 Kil.	2569 Kil.

Das lufttrockne Heu enthielt bei der Ernte noch 21 bis 27 Prc. Feuchtigkeit,
nach einjähriger Aufbewahrung . . 12 „ 14 „ „
Das lufttrockne Grummet enthielt bei der Ernte 24 „ 34 „ „
nach einjähriger Aufbewahrung . . 14 „ 15 „ „

In den verschiedenen Ernten wurde an Stickstoff und Asche, nach dem Trocknen bei 100° gefunden:

	Stickstoff.	Protein.	Asche.
Heu, nach der Bewässerung mit gutem Wasser . .	1,40	8,70	5,3
Heu, nach der Bewässerung mit schlechtem Wasser .	1,80	11,20	6,0
Grummet, nach der Bewässerung mit gutem Wasser	1,90	11,80	9,6
Grummet, nach der Bewässerung mit schlechtem Wasser	1,60	10,00	9,0

Auf den Stickstoffgehalt des Heu's oder Grummets hat diesen Analysen zufolge die Beschaffenheit des Wassers keinen deutlichen und constanten Einfluß geäußert. Boussingault fand in dem gewöhnlichen Heu von natürlichen Wiesen, nach dem Trocknen bei 100° 1,34 Prc. Stickstoff, im Heu von vorzüglicher Beschaffenheit 1,50, in dem ausgesuchten Heu von natürlichen Wiesen 2,40 und in dem von den holzigen Stengeln befreiten Heu 2,44 Prc. Stickstoff. Boussingault nimmt an, daß die stickstoffreichsten Heusorten auch die am meisten nahrhaften seien, eine Ansicht, welche durch andere angestellte Heuanalysen keineswegs bestätigt wird. Stöckhardt und Hellriegel untersuchten 12 verschiedene Heusorten von sehr verschiedener Güte und fanden in der völlig trockenen Substanz die folgenden Mengenverhältnisse an Asche und Stickstoff:

Heusorten.	Asche.	Stickstoff.	Protein.
Von Niederreinsberg bei Nossen (1851).			
1. Heu von einer bewässerten Kunstwiese; gutes Mittelheu, aber etwas hart	12,19	2,54	15,[illegible]
2. Heu von einer unbewässerten Wiese, mit der vorigen von gleicher Lage und Bodenbeschaffenheit; sehr gutes, feines Heu	7,84	2,24	14,[illegible]
Von Langenrinne bei Freiberg (1850).			
3. Heu von einer bewässerten Kunstwiese; gutes Mittelheu	6,44	2,20	13,[illegible]
4. Feldheu, aus Thimotheegras bestehend	5,18	1,72	10,[illegible]

Heusorten.	Asche.	Stickstoff.	Protein.
Von Mühlbach bei Großenhain (1851).			
5. Heu von einer Kunstwiese, mäßig bewässert, mit Erde gedüngt; sehr gutes Mittelheu	6,80	1,00	6,25
6. Heu von einer Kunstwiese, stark bewässert; gutes, aber grobes Heu	6,25	1,09	6,81
7. Heu von einer guten Flußwiese, periodisch überschwemmt, mit Schlamm und Kalk gedüngt; sehr gutes Mittelheu	7,00	0,89	5,56
8. Heu von einer sehr nassen Wiese, sehr grob . . .	5,80	1,29	8,06
9. Heu von einer nassen Wiese, grob und hart, doch etwas besser als Nr. 8.	7,40	1,22	7,62
10. Heu von einer guten, frischen Wiese; vorzügliches, sehr feines, an Blättern sehr reiches Heu	6,40	1,10	6,90
11. Heu von einer dürftigen, mit Teichwasser reichlich bewässerten Wiese; ziemlich gutes Mittelheu	5,70	1,05	6,56
12. Heu von einer ganz trocknen, unbewässerten Wiese, gedüngt mit Schlamm und Kalk; sehr feines Heu . .	6,20	1,09	6,81

Stöckhardt bemerkt zu diesen Analysen, daß eine Beurtheilung der Güte der untersuchten Heusorten nach ihrem Reichthum an Stickstoff ganz falsche, mit den praktischen Erfahrungen nicht übereinstimmende Resultate geben würde; es sei vorzugsweise nothwendig zu wissen, wie viel von diesem Stickstoff und überhaupt von den organischen Bestandtheilen des Heu's in ausnutzbarem Zustande, d. h. in einer solchen Form und Verbindung zugegen ist, daß er von den Thieren verdaut und assimilirt werden kann. Um hierüber in Betreff der obigen Heusorten Aufklärung zu erhalten, hat Stöckhardt die letzteren bei 30° bis 40° C. mit einer Art Verdauungsflüssigkeit, bestehend aus Wasser, Salzsäure und aus Schleimhaut (von dem Labmagen eines Kalbes) 36 Stunden lang digerirt und aus dem Gewichtsverluste die Menge der aufgelösten organischen Stoffe bestimmt; diese betrug nämlich bei

Nr. 2	27,5 Prc.	Nr. 11	17,3 Prc.
„ 1	20,8 „	„ 9	17,2 „
„ 7	20,8 „	„ 5	16,4 „
„ 10	20,7 „	„ 6	15,5 „
„ 12	19,6 „	„ 8	13,4 „

Nach einer dem äußeren Ansehen nach vorgenommenen landwirthschaftlichen Schätzung würden die Mühlbacher 8 Heusorten sich in folgende Rubriken vertheilen lassen:

Sehr gutes, feines Heu	Nr. 10.	Nr. 7.	Nr. 12.
Mittelheu	„ 5.	„ 6.	„ 11.
Geringes, grobes Heu	„ 9.	„ 8.	

Vergleicht man diese Schätzung mit der gefundenen Menge der verdaulichen Stoffe, so ist eine annähernde Uebereinstimmung der nach beiden Schätzungsmethoden gefundenen Resultate nicht zu verkennen.

Die von Anderson mitgetheilten Heu-Analysen zeigen einen sehr niedrigen Gehalt an Proteïnstoffen:

	Frisches Heu.	1 Jahr altes Heu.
Wasser	16,54	13,13
Proteïnstoffe	6,10	4,00
Asche	7,41	5,26
Sonstige Bestandtheile	69,89	77,61

Eine von mir untersuchte Heusorte (1) war auf den sehr ergiebigen Elsterwiesen bei Möckern im Jahre 1852 gewachsen, ein gutes Mittelheu; das Heu (2) war aus jungem Gras, zur Zeit der angehenden Blüthe gemäht, bereitet worden:

	1.	2.
Wasser	16,94 Pr.	14,30 Pr.
Asche	5,04 „	6,99 „
Proteïnsubstanz	10,69 „	11,70 „
Holzfaser	27,16 „	24,01 „
Auflösliche, stickstofffreie Nährstoffe	40,17 „	43,00 „
	100,00	100,00

Um den Einfluß ungünstiger Witterung bei der Ernte des Heu's auf die Beschaffenheit des letzteren nachzuweisen, wurden im Tharander Laboratorium zwei Heuproben untersucht, die von einer und derselben Wiese stammten und zu gleicher Zeit gemäht worden waren; die eine Sorte (Nr. 1) war aber innerhalb drei Tagen getrocknet und auf's beste eingebracht worden, während die andere (Nr. 2) 13 Tage lang bei abwechselnd nassem und trocknem Wetter im Freien hatte liegen müssen, ehe sie eingefahren werden konnte.

	1.	2.
Stickstoffhaltige Nährstoffe	7,8	6,5
Stickstofffreie Nährstoffe	54,0	49,8
Unlösliche Pflanzenfaser	32,1	36,5
Mineralstoffe	6,1	7,2

Es berechnet sich nach Stöckhardt der durch das Beregnen und längere Liegen des Heues eingetretene Verlust auf 9 Prc. oder reichlich 1/7 von den im guten Heu vorhandenen löslichen Theilen. Bei der Verfütterung wird aber das beregnete Heu jedenfalls noch beträchtlich weniger leisten, da gerade besonders werthvolle lösliche Bestandtheile verloren gegangen sind, wie z. B. daraus erhellt, daß durch direkte Zuckerbestimmung ein Verhältniß von 0,71 zu 0,12 in beiden Heusorten sich ergab, wonach also in dem beregneten Heu nur 1/6 des ursprünglich vorhandenen Zuckers zurückgeblieben war.

Im Jahre 1853 analysirte Keyser in meinem Laboratorium Heu und Grummet von einer und derselben Wiesenfläche in Möckern; es ist zu bemerken, daß in diesem Jahre das Heu bei der Ernte von Regen mehrfach durchnäßt worden war und daher ein verblichenes Aussehen hatte, während das Grummet bei sehr günstiger Witterung geerntet, noch grün gefärbt war und einen sehr aromatischen Geruch besaß; außerdem war das Grummet viel feinfaseriger und blätterreicher als das Heu. Im J. 1854 war das in Möckern gewachsene Heu und Grummet besonders reich an Proteinsubstanz und auch an Holzfaser, wie die von Ritthausen mitgetheilten Analysen beweisen.

	1853.		1854.	
	Heu.	Grummet.	Heu.	Grummet.
	Prc.	Prc.	Prc.	Prc.
Wasser	13,38	13,06	14,79	16,14
Asche	7,67	7,46	4,92	8,27
Proteinsubstanz	9,06	10,75	12,55	10,93
Holzfaser	27,15	19,02	34,68	28,94
Auflösliche, stickstofffreie Nährstoffe	42,74	49,71	33,06	35,72
	100,00	100,00	100,00	100,00

Diese Zahlen zeigen deutlich, daß unter den vorhandenen Verhältnissen das Grummet entschieden einen höheren Nahrungswerth besitzt als das Heu von denselben Wiesen. Auch Boussingault hat den Stickstoffgehalt im Grummet höher gefunden als im Heu und er bemerkt, daß im Allgemeinen das letztere weniger nahrhaft sei, als das erstere. Dagegen sind namentlich die norddeutschen Landwirthe der Ansicht, daß dem Grummet ein geringerer Futterwerth beigelegt werden müsse als dem Heu; wenn diese Annahme die richtige ist, so ist diese Erscheinung gewiß keineswegs in der ursprünglichen Zusammensetzung der zu Grummet gemachten Gräser und Kräuter begründet, sondern möchte wohl eher durch die meistens sehr ungünstige Witterung bei der Grummeternte bedingt sein. Wenn der zweite Schnitt der Wiesen nicht zu spät im Herbste erfolgt, so ist, unter sonst das Wachsthum der Pflanzen gleichmäßig fördernden äußeren Verhältnissen, das Grummet stets weichstengliger und blätterreicher, und daher auch entschieden nahrhafter als das Heu, wie auch die soeben mitgetheilten Analysen beweisen. Sobald aber das Grummet vor dem Trocknen mehrmals von Regen durchnäßt und gleichsam ausgewaschen ist, oder durch langes Liegen unter den wechselnden Einflüssen der Witterung vielleicht eine Art von Gährung eingetreten ist und ein Theil der nahrhaften Substanz sich zersetzt hat, dann wird auch der Nahrungswerth des Grummets sehr vermindert und oft ein geringerer sein, als bei dem auf derselben Wiese geernteten Heu beobachtet wird. Diesen Einfluß der Witterungsverhältnisse und der Zeit der Ernte auf die Zusammensetzung des Heu's und

Grummets durch chemische Untersuchungen näher festzustellen, würde v[illegible] großem praktischen Interesse und keineswegs eine schwierig zu lösende Au[illegible]gabe sein.

2. Einzelne Gräser von Feld und Wiese.

Es gewährt einiges Interesse das Gewicht eines bestimmten Ma[illegible] und die Anzahl von Samenkörnern in einem gewissen Gewichte bei den g[illegible]wöhnlich kultivirten Gräsern und Kräutern zu kennen. Es mag daher [illegible] folgende, von Lawson, Samenhändler in Edinburgh, entwor[illegible] Tabelle hier zur Mittheilung gelangen, nachdem die Gewichte eines e[illegible]lischen Bushels in Pfunden auf französisches Maß und Gewicht bere[illegible] worden sind.

Botanische Namen.	Mittleres Gew. pro Hectoliter.	Durchschn.[illegible] zahl [illegible] Gr. Gewicht Samen[illegible]
	Kil.	
Agrostis stolonifera	15,86	500,[illegible]
„ vulgaris	14,64	425,[illegible]
Aira caespitosa	17,08	133,[illegible]
Alopecurus pratensis	6,41	76,[illegible]
Ammophila arundinacea	18,30	10,[illegible]
Anthoxanthum odoratum	7,32	71,[illegible]
Arrhenatherum avenaceum	8,54	21,[illegible]
Avena flavescens	6,10	118,[illegible]
Brachypodium sylvaticum	12,51	15,[illegible]
Bromus giganteus	18,30	8,[illegible]
Cynosurus cristatus	31,72	28,[illegible]
Dactylis glomerata	14,03	40,[illegible]
„ gigantea	12,20	34,[illegible]
Elymus arenarius	12,20	2,[illegible]
„ geniculatus	14,64	2,[illegible]
Festuca duriuscula	11,59	39,[illegible]
„ elatior	17,08	20,[illegible]
„ „ gigantea	15,86	17,[illegible]
„ heterophylla	15,00	33,[illegible]
„ loliacea	18,30	24,7[illegible]
„ ovina	16,17	64,[illegible]
„ pratensis	15,86	26,[illegible]
„ rubra	12,20	39,[illegible]
„ tenuifolia	15,86	88,[illegible]
Glyceria aquatica	16,17	58,[illegible]
„ fluitans	17,09	33,[illegible]

Botanische Namen.	Mittleres Gew. pro Hectoliter.	Durchschnittszahl einer Unze (28,3 Grm.) Samenkörner.
	Kil.	
Holcus lanatus	8,54	95,000
„ mollis	7,32	85,000
Lolium italicum	18,30	27,000
„ perenne, leichtsamige Varietät	21,96	16,000
„ „ schwersamige Varietät	36,60	13,700
Milium effusum	30,50	95,000
Phalaris arundinacea	58,56	42,000
Phleum pratense	53,68	74,000
Poa nemoralis	18,30	173,000
„ „ sempervirens	18,91	133,000
„ pratensis	16,17	243,000
„ trivialis	18,61	217,000
Achillea millefolium	35,69	200,000
Cichorium Intybus	39,04	21,000
Lotus corniculatus	75,64	28,000
„ major	78,08	51,000
Medicago lupulina	77,78	16,000
„ sativa	73,20	12,600
Onobrychis sativa	31,72	1,280
Petroselinum sativum	50,02	12,800
Plantago lanceolata	62,83	15,600
Poterium sanguisorba	29,89	3,320
Trifolium minus vel filiforme	78,69	54,000
„ pratense	78,08	16,000
„ „ perenne	78,08	16,000
„ repens	79,30	32,000

Ein größeres Gewicht von derselben Sorte zeigt stets auch eine höhere Güte des Samens an. Es muß übrigens berücksichtigt werden, daß auch bei der sorgfältigsten Bestellung und Aussaat während des Keimens oder kurz darauf in der Periode der Bestaudung eine größere Anzahl der durch kleineren Samen hervorgebrachten Pflanzen zu Grunde geht, als bei dem stärkeren Erzeugnisse größerer Samenkörner. Eine bedeutende Anzahl der ersteren wird dadurch an dem Keimen verhindert, daß sie zu stark mit Erde bedeckt werden, wie sich aus der folgenden Tabelle ergibt, in welcher die Resultate der von Stirling auf Glenberrie in Schottland angestellten Versuche über die passendste Stärke der Bedeckung für gewisse Gräser und Kleearten mitgetheilt

sind; die Saat erfolgte am 1. Juni, die Pflanzen wurden am 1. August 1844 gezählt.

Art der Pflanzen.	Totalsumme der gelegten Körner.	0—1/4 Zoll tief.	1/4—1/2 Zoll tief.	1/2—3/4 Zoll tief.	3/4—1 Zoll tief.	1—1 1/4 Zoll tief.	1 1/4—1 1/2 Zoll tief.	1 1/2—1 3/4 Zoll tief.	1 3/4—2 Zoll tief.	2—2 1/4 Zoll tief.	2 1/4—2 1/2 Zoll tief.	2 1/2—2 3/4 Zoll tief.	2 3/4—3 Zoll tief.	Totalsumme der Pflanzen.
Lolium perenne .	348	29	30	27	19	16	19	14	12	11	9	8	4	198
„ italicum .	276	24	21	20	13	13	10	11	8	9	6	5	5	145
Dactylis glomerata .	300	30	22	15	15	10	9	7	5	2	—	—	—	115
Festuca elatior .	312	29	24	20	16	13	13	11	9	4	2	1	—	142
„ pratensis .	324	28	28	16	12	10	6	9	4	2	2	—	—	117
„ heterophylla	348	31	23	20	18	12	9	6	4	1	—	—	—	124
„ duriuscula .	360	30	23	10	15	10	8	5	3	1	—	—	—	114
Alopecurus pratensis	192	17	17	16	15	12	7	6	3	1	—	—	—	94
Phleum pratense major . . .	528	52	39	37	19	16	15	7	5	—	—	—	—	190
Poa nemoralis sempervirens . .	228	24	14	4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	43
Plantago lanceolata	252	22	25	19	17	14	11	10	8	6	2	—	—	134
Trifolium pratense .	192	17	16	14	11	11	8	4	4	—	—	—	—	85
„ repens .	144	13	11	6	4	3	1	—	—	—	—	—	—	38
Medicago lupulina .	96	12	10	8	6	4	2	—	—	—	—	—	—	42
Totalsumme	3900	358	303	241	181	144	118	90	65	37	21	14	9	1581

Die älteren chemischen Untersuchungen über den Nahrungswerth der Gräser sind für den gegenwärtigen Stand der Wissenschaft durchaus ungenügend; hier, wie überall in diesem Werke, berücksichtige ich nur die Analysen, welche in der neuesten Zeit unter Anwendung genauer Methoden ausgeführt worden sind. Der englische Agrikulturchemiker Way hat vor Kurzem eine Reihe von Analysen der Wiesengräser mitgetheilt, deren Resultate um so werthvoller sind, als die angewandte Methode der Analyse, meiner Ansicht nach, gerade eine solche ist, wie sie bei derartigen für den praktischen Gebrauch bestimmten Untersuchungen befolgt werden muß; namentlich ist in den hier untersuchten Pflanzen der Gehalt an Holzfaser, also an unverdaulicher Substanz in richtiger Weise bestimmt worden, was um so mehr anzuerkennen ist, als fast alle Analytiker der Neuzeit bei Untersuchungen von Futterstoffen die Holzfaser entweder nicht hinreichend rein abgeschieden oder gar in dieselbe Gruppe der Bestandtheile, wie Stärke, Gummi, Zucker, Pektin ꝛc. gestellt, die Holzfaser also gleichfalls zu den verdaulichen, sogenannten wärmeerzeugenden Substanzen oder Respirationsmitteln gerechnet haben. Leider hat auch Way bei dem Einsammeln des nöthigen Materials einen Umstand außer Acht gelassen und dadurch den praktischen Werth seiner Untersuchungen beeinträchtigt. Es wurden nämlich die betreffenden Wiesengräser großentheils

zur Blüthezeit auf den Wiesen in Cirencester im Jahre 1849 eingesammelt, aber nicht, wie es hätte geschehen müssen, innerhalb weniger Tage und gerade zu der Zeit, wo die Wiesen gewöhnlich zur Heugewinnung eingeerntet werden, und wo die Kenntniß des Nahrungsgehaltes in den Gräsern dem Landwirthe gerade besonders wichtig ist, sondern zu sehr verschiedenen Perioden von dem 30. April an bis zum 19. Juli. Wir können daher aus der Mehrzahl der folgenden Analysen nicht ersehen, wie die Beschaffenheit der betreffenden Gräser zur gewöhnlichen Zeit der Heuernte (Mitte Juni) gewesen wäre. Gleichwohl ist diese Zeit doch bei einigen der untersuchten Gräser eingehalten worden und die sämmtlichen Analysen geben wenigstens Anhaltepunkte zur Feststellung des Nahrungswerthes und müssen daher hier vollständig mitgetheilt werden.

Botanischer Name.	Deutscher Name.	Tag der Einsammlung.
Anthoxanthum odoratum	Ruchgras	25. Mai.
Alopecurus pratensis	Wiesenfuchsschwanz	1. Juni.
Arrhenatherum avenaceum	Französisches Raigras	17. Juli.
Avena flavescens	Goldhafer	29. Juni.
Avena pubescens	Kurzhaariges Hafergras	11. Juli.
Briza media	Gemeines Zittergras	29. Juni.
Bromus erectus	Bergschwingel	23. „
Bromus mollis	Weiche Trespe	8. Mai.
Cynosurus cristatus	Gemeines Kammgras	21. Juni.
Dactylis glomerata	Gemeines Knaulgras	13. „
Dieselbe mit reifer Frucht	. . . .	19. Juli.
Festuca duriuscula	Schafschwingel	13. Juni.
Holcus lanatus	Honiggras	29. „
Hordeum pratense	Wiesengerste	11. Juli.
Lolium perenne	Englisches Raigras	8. Juni.
Annual rye grass	. . . .	8. „
Lolium italicum	Italienisches Raigras	13. „
Phleum pratense	Wiesenlischgras (Thimothee)	—
Poa annua	Kleines Rispengras	28. Mai.
Poa pratensis	Wiesenrispengras	11. Juni.
Poa trivialis	Gemeines Rispengras	18. „
Gras von einer Wässerungswiese	. . . .	30. April.
Dasselbe, zweiter Schnitt	. . . .	26. Juni.

In diesen Gräsern wurden gleich nach der Ernte die folgenden Mengenverhältnisse der Bestandtheile gefunden. (Die Proteïnverbindungen sind aus dem direkt gefundenen Stickstoffgehalte durch Multiplication des letzteren mit der Zahl 6,34 berechnet worden.)

	Wasser.	Protein.	Fett.	Stickstoff-freie Nährstoffe.	Holzfaser.	[illegible]
Anthoxanthum odoratum . .	80,35	2,05	0,67	8,54	7,15	[illegible]
Alopecurus pratensis . . .	80,20	2,44	0,52	8,59	6,70	[illegible]
Arrhenatherum avenaceum . .	72,65	3,54	0,87	11,21	9,37	[illegible]
Avena flavescens	60,40	2,96	1,04	18,66	14,22	[illegible]
Avena pubescens	61,50	3,07	0,92	19,16	13,34	[illegible]
Briza media	51,85	2,93	1,45	22,60	17,00	[illegible]
Bromus erectus	59,57	3,78	1,35	33,19		[illegible]
Bromus mollis	76,62	4,05	0,47	9,04	8,46	[illegible]
Cynosurus cristatus	62,73	4,13	1,32	19,64	9,80	[illegible]
Dactylis glomerata	70,00	4,06	0,94	13,30	10,11	[illegible]
Dieselbe mit reifer Frucht . .	52,57	10,93	0,74	12,61	20,54	[illegible]
Festuca duriuscula	69,33	3,70	1,02	12,46	11,83	[illegible]
Holcus lanatus	69,70	3,49	1,02	11,92	11,94	[illegible]
Hordeum pratense	58,85	4,59	0,94	20,05	13,03	[illegible]
Lolium perenne	71,43	3,37	0,91	12,08	10,06	[illegible]
Annual rye gras	69,00	2,96	0,69	12,89	12,47	[illegible]
Lolium italicum	75,61	2,45	0,80	14,11	4,82	[illegible]
Phleum pratense	57,21	4,86	1,50	22,85	11,32	[illegible]
Poa annua	79,14	2,47	0,71	10,79	6,30	[illegible]
Poa pratensis	67,14	3,41	0,86	14,15	12,49	[illegible]
Poa trivialis	73,60	2,58	0,97	10,54	10,11	[illegible]
Gras von einer Wässerwiese .	87,58	3,22	0,81	3,98	3,13	[illegible]
Dasselbe, zweiter Schnitt . .	74,53	2,78	0,52	11,17	8,76	[illegible]
Mittel aus allen Analysen	68,76	3,65	0,91	13,65	10,50	[illegible]

Um von der Zusammensetzung der einzelnen Gräser und deren wirkl…
Nahrungswerthe eine klare Anschauung zu gewinnen, ist es durchaus nöt…
die analytischen Resultate auf gleichen Wassergehalt der zur Analyse ver…
deten vegetabilischen Substanz zu berechnen. Da die Wiesengräser fast au…
schließlich zu Heu gemacht und nur selten im grünen Zustande verfüttert w…
den, so werden jedenfalls die Ergebnisse der obigen Analysen für den prakti…
Gebrauch besonders geeignet sein, wenn man die Resultate auf den gewöh…
lichen mittleren Feuchtigkeitsgehalt des Heu's, nämlich auf 14,3 Prc., re…
cirt, wie in der folgenden Tabelle geschehen ist.

	Stickstoff-haltige Nährstoffe.	Fett.	Stickstoff-freie Nährstoffe.	Holz-faser.	Asche.
Anthoxanthum odoratum . .	8,94	2,92	37,27	31,17	5,42
Alopecurus pratensis	10,56	2,50	36,96	29,00	6,69
Arrhenatherum avenaceum . .	11,10	2,73	32,60	29,35	9,93
Avena flavescens	6,41	2,24	40,35	30,81	5,90
Avena pubescens	6,83	2,05	42,67	29,69	4,47
Briza media	5,21	2,58	40,24	30,26	7,42
Bromus erectus	8,09	2,85	70,30		4,47
Bromus mollis	14,82	1,81	33,14	30,96	4,99
Cynosurus cristatus	9,51	2,83	45,12	22,59	5,47
Phleum pratense	9,74	3,04	45,73	22,68	4,53
Dactylis glomerata	11,60	2,69	37,99	28,89	4,55
Dieselbe mit reifer Frucht . .	19,78	1,34	22,74	37,13	4,72
Festuca duriuscula	10,37	2,86	34,65	33,18	4,65
Holcus lanatus	9,87	3,05	33,64	33,69	5,46
Hordeum pratense	9,57	1,97	40,01	27,15	5,30
Lolium perenne	10,16	2,72	36,21	30,17	6,46
Lolium italicum	8,66	2,80	49,56	16,94	7,76
Poa annua	10,14	2,93	44,30	25,90	2,43
Poa pratensis	8,87	2,25	36,88	32,59	5,09
Poa trivialis	8,40	3,15	34,43	32,60	7,14
Gras von einer Wässerwiese . .	22,21	5,60	27,47	21,55	9,03
Dasselbe, zweiter Schnitt . . .	9,36	1,77	37,63	29,40	7,56
Mittel *)	9,40	2,56	38,51	29,14	5,84

Es ist bemerkenswerth, daß die aus allen Analysen gezogenen Mittelzahlen sehr genau die Zusammensetzung des Heu's von dem zweiten Schnitt einer Wässerungswiese angeben und ebenso genau mit den früher mitgetheilten Ergebnissen der Analysen übereinstimmen, welche von Keyser und mir hinsichtlich des in Möckern 1852 und 1853 geernteten Heu's angestellt wurden. Es können in der That diese procentischen Verhältnisse mit ziemlicher Sicherheit als feststehend betrachtet werden für die Zusammensetzung eines guten Mittelheu's; treten Kleearten und andere gute Futterkräuter in beträchtlicher Menge hinzu, dann verbessert sich die Qualität des Heu's, während andererseits dieselbe vermindert wird, sobald das Zittergras, Honiggras, besonders aber die sauren oder Riedgräser und Binsenarten vorherrschen. Die oben genannten Gräser lassen sich nach den Ergebnissen der Analyse hinsichtlich ihres Futterwerthes in einer Reihe zusammenstellen, in welcher das zuerst genannte Gras immer von besserer Qualität ist als das nachfolgende.

*) Bei der Berechnung dieser Mittelzahlen ist die Analyse des sehr jungen Grases des ersten Schnittes von einer Wässerungswiese, wie auch die Analyse des völlig reifen Knaulgrases außer Acht gelassen.

Gräser von vorzüglicher Qualität.	Hordeum pratense.	Avena pubescens.
Lolium italicum.	Alopecurus pratensis.	Anthoxanthum odoratum.
Phleum pratense.	Arrhenatherum avenaceum.	Poa pratensis.
Poa annua.	Lolium perenne.	Holcus lanatus.
Cynosurus cristatus.		Poa trivialis.
Bromus mollis.	Gräser von mittlerer Qualität.	Avena flavescens.
Dactylis glomerata.	Festuca duriuscula.	Briza media.

Die hier untersuchten Gräser befanden sich sämmtlich im wildwachsenden Zustande; dieselben Gräser, wenn sie auf dem Felde unter abweichenden Verhältnissen kultivirt werden, zeigen oft auch eine verschiedene Zusammensetzung. Das von Stöckhardt analysirte Feldheu des Thimotheegrases scheint allerdings fast vollkommen in der Zusammensetzung mit der von Way untersuchten Probe desselben Grases übereinzustimmen, denn es enthielt im lufttrocknen Zustande (14,5 Prc. Feuchtigkeit) 9,22 Prc. stickstoffhaltige Verbindungen und 4,44 Prc. Asche; dagegen fand Völcker den Gehalt des italienischen Raigrases (auf ziemlich stark gedüngtem Boden im Garten geerntet) an Proteinverbindungen im lufttrocknen Zustande gleich 12,75 Prc. und an Asche 8,61 Prc., also sehr abweichend von den obigen Bestimmungen.

3. Futterkräuter von Feld und Wiese.

Die Kleearten und andere häufig vorkommende Futterkräuter sind in neuester Zeit mehrfach und unter verschiedenen Verhältnissen der chemischen Analyse unterworfen worden. Ich mache hier zunächst auf die von Way angestellten Untersuchungen aufmerksam, denen ich aus den früher angegebenen Gründen insbesondere einen hohen Werth beilege. Das Material zu diesen Untersuchungen wurde aus Cirencester bei London bezogen, bestand hauptsächlich aus Pflanzen in deren wildwachsendem Zustande, und wurde zur Zeit der angehenden Blüthe, großentheils in der ersten Hälfte des Juni 1849 eingesammelt.

Botanischer Name.	Deutscher Name.	Tag der Einsammlung.
Trifolium pratense . . .	Rother Klee	7. Juni.
Trifolium pratense perenne .	Wilder Klee	4. „
Trifolium incarnatum . .	Incarnatklee	4. „
Trifolium medium . . .	Grüner Klee	7. „
Dasselbe, andere Probe . .	—	21. „
Trifolium procumbens . .	Goldklee	13. „
Trifolium repens . . .	Weißer Klee	18. „
Vicia sativa	Feldwicke	13. „
Vicia sepium	Zaunwicke	9. „
Onobrychis sativa . . .	Esparsette	8. „

Botanischer Name.	Deutscher Name.	Tag der Einsammlung.
Medicago sativa	Luzerne	16. Juni.
Medicago lupulina . . .	Hopfenklee	6. „
Plantago lanceolata . . .	Wegebreit	28. Mai.
Poterium sanguisorba . .	Pimpernell	28. „

Die Pflanzen hatten im frischen, grünen Zustande die folgende Zusammensetzung:

	Wasser.	Protein.	Fett.	Stickstoff-freie Nährstoffe.	Holzfaser.	Asche.
Trifolium pratense . . .	81,01	4,27	0,69	8,45	3,76	1,82
Trifolium pratense perenne.	81,05	3,64	0,78	8,04	4,91	1,58
Trifolium incarnatum . .	82,14	2,96	0,67	6,70	5,78	1,75
Trifolium medium . . .	74,10	6,30	0,92	9,42	6,25	3,01
Dasselbe, andere Probe . . .	77,57	4,22	1,07	11,14	4,23	1,77
Trifolium procumbens . .	83,48	3,39	0,77	7,25	3,74	1,37
Trifolium repens	79,71	3,80	0,89	8,14	5,38	2,08
Vicia sativa	82,90	4,04	0,52	6,75	4,68	1,11
Vicia sepium	79,90	4,64	0,58	6,66	6,24	1,98
Onobrychis sativa	76,64	4,32	0,70	10,73	5,77	1,84
Medicago sativa	69,95	3,83	0,82	13,62	8,74	3,04
Medicago lupulina . . .	76,80	5,70	0,94	7,73	6,32	2,51
Plantago lanceolata . . .	84,75	2,18	0,56	6,06	5,10	1,35
Poterium sanguisorba . .	85,56	2,42	0,58	6,85	3,44	1,15
Mittel	79,68	3,98	0,75	8,39	5,31	1,88

Diesen Analysen zufolge enthalten die Futterkräuter im frischen Zustande durchschnittlich genau $^4/_5$ ihres Gewichtes Wasser, also deutlich eine größere Menge, als die unter ähnlichen Verhältnissen gewachsenen Gräser, welche zur Zeit der Blüthe im Mittel etwa $^7/_{10}$ ihres Gewichtes an Wasser enthalten; gleichwohl ist der Futterwerth der grünen Kräuter kaum ein geringerer als der der Gräser, da die ersteren reicher an stickstoffhaltigen Nährstoffen sind, dagegen weniger Holzfaser, also unverdauliche Substanz enthalten. Die procentische Wassermenge ist in allen hier untersuchten Futterkräutern ziemlich gleich groß, jedoch bei den Kleearten deutlich ein wenig höher als bei der Esparsette und namentlich der Luzerne. Unter den Kleearten ist der Wassergehalt bei dem grünen Klee bedeutend niedriger, als bei dem rothen; auch der weiße Klee enthält weniger Wasser als der letztere und würde wahrscheinlich auf einem trocknen sandigen Boden noch mehr an Feuchtigkeit verlieren. Die Ursache, weshalb man dem weißen Klee als Grünfutter gewöhnlich einen höheren Futterwerth zuschreibt als dem rothen, liegt wohl hauptsächlich darin, daß der erstere meistens mehr Trockensubstanz enthält als der letztere, die Zusammensetzung der wasserfreien vegetabilischen Masse ist bei beiden Kleearten ziemlich über-

einstimmend. In England und Schottland, wo der weiße Klee auf einem nassen Thonboden und unter einem feuchten Himmel kultivirt wird, derselbe daher auch wasserreicher erscheint und üppiger wächst als bei uns, stellen die Landwirthe häufig den rothen Klee im Nahrungswerthe höher als den weißen. Nach dem Trocknen der Futterkräuter an der Luft bleiben gewöhnlich in dem Heu noch einige Procente Feuchtigkeit mehr zurück, als in dem Heu der Gräser; die ersteren enthalten im lufttrocknen Zustande etwa 16,6 Prc. Wasser. Auf diesen mittleren Wassergehalt ist die Zusammensetzung der genannten Futterkräuter in der folgenden Tabelle berechnet worden:

	Stickstoff-haltige Substanz.	Fett.	Stickstoff-freie Substanz.	Holz-faser.	Asche.
Trifolium pratense	18,79	3,06	37,06	16,46	7,97
Trifolium pratense perenne	15,98	3,41	35,35	21,63	6,96
Trifolium incarnatum	13,83	3,11	31,25	26,99	8,15
Trifolium medium	20,27	2,97	30,30	20,12	9,67
Dasselbe, andere Probe	15,64	3,98	41,38	15,70	6,64
Trifolium procumbens	17,07	3,89	36,55	18,88	6,94
Trifolium repens	15,63	3,65	33,37	22,11	8,57
Vicia sativa	19,68	2,55	32,87	22,82	5,42
Vicia sepium	19,23	2,40	27,62	25,87	8,21
Onobrychis sativa	15,38	2,51	38,30	20,59	6,56
Medicago sativa	10,63	2,30	33,47	28,51	8,42
Medicago lupulina	20,50	3,38	27,76	22,66	9,03
Plantago lanceolata	11,91	3,06	33,58	27,56	7,23
Poterium sanguisorba	13,96	3,34	39,50	19,89	6,64
Achillea millefolium	8,62	2,09	37,88	27,24	7,50
Mittel	15,81	3,18	34,42	22,47	7,59

Nach diesen Ergebnissen würden die lufttrocknen Futterkräuter oder das Heu derselben in folgender Weise nach der besseren, mittleren und geringeren Qualität sich gruppiren lassen:

Futterkräuter besserer Qualität.	Futterkräuter mittlerer Qualität.	Futterkräuter geringerer Qualität.
Trifolium pratense.	Trifolium pratense perenne.	Trifolium incarnatum.
Trifolium medium.	Trifolium repens.	Medicago sativa.
Trifolium procumbens.	Vicia sativa.	Vicia sepium.
Medicago lupulina.	Onobrychis sativa.	Plantago lanceolata.
	Poterium sanguisorba.	Achillea millefolium.

Anderson hat ebenfalls die Ergebnisse einer Untersuchung mitgetheilt, durch welche die gegenseitigen Nahrungswerthe verschiedener Kleearten festgestellt werden sollten; dieses Ziel ist jedoch nicht vollständig erreicht worden, weil die Abscheidung der unverdaulichen Substanzen von den assimilirbaren eigentlichen Nährstoffen nicht erfolgte; die gleichzeitig ausgeführten Analysen

der Asche der betreffenden Kleearten lasse ich hier unberücksichtigt. Das Material zu dieser Untersuchung wurde auf die Weise erhalten, daß man die Samen in einem Garten bei Edinburgh im Frühjahr 1851 aussäete und die also unter gleichen äußeren Verhältnissen gewachsenen Pflanzen zu der Zeit untersuchte, als ein besonders starkes Wachsthum sich zu erkennen gab, welches bei dem Incarnatklee Anfang August, bei den übrigen Arten erst Mitte September der Fall war. Der lufttrockne Zustand bezeichnet einen Feuchtigkeitsgehalt von 16,6 Prc.

	Frische Substanz.			Lufttr. Substanz.	
	Wasser. Prc.	Proteïn. Prc.	Asche. Prc.	Proteïn. Prc.	Asche. Prc.
Trifolium pratense, englischer Samen .	85,30	2,34	1,30	13,42	7,42
Desgl., Samen vom Rhein	81,68	2,85	1,49	13,10	6,79
Desgl., Samen aus Nordfrankreich . .	83,51	2,28	1,95	11,46	9,85
Desgl., Samen aus Amerika . . .	79,98	2,91	1,58	11,58	6,27
Desgl., Samen aus Holland . . .	—	—	—	10,51	7,35
Trifolium medium (Duke of Norfolk) .	77,39	2,48	2,73	9,14	10,08
Desgl., gewöhnliches	81,76	3,23	1,92	14,76	8,77
Trifolium incarnatum, französischer Samen	82,56	3,29	1,88	15,19	9,01
Medicago lupulina, englischer Samen .	77,38	3,55	2,02	13,08	7,46
Desgl., französischer Samen	78,60	2,98	1,75	11,67	6,82
Medicago sativa	80,13	3,10	2,49	13,00	9,81
Mittel . . .	80,83	2,90	1,91	12,45	8,15

In dem Kleeheu, welches von dem zweiten Schnitte auf dem Felde geerntet worden war, fand Anderson 16,84 Prc. Wasser, 13,52 Prc. Proteïnsubstanzen und 5,21 Prc. Asche. Ehe ich an diese Analysen weitere Folgerungen knüpfe, gebe ich hier noch die von Völcker in Cirencester ermittelte Zusammensetzung der verschiedenen als Grünfutter oder als Heu benutzten Futterkräuter. Die untersuchten Pflanzen waren sämmtlich auf kleinen Beeten einer ungedüngten Abtheilung des botanischen Gartens zu Cirencester erbaut, welche erst seit zwei Jahren der Spatenkultur unterworfen war und übrigens einen ziemlich seichten, kalkhaltigen Boden hatte. Die Pflanzen wurden im August und September 1852, gleich nach Eintritt der Blüthezeit gesammelt und untersucht. Die Bestimmungen der Holzfaser sind in der folgenden Tabelle nicht mit aufgeführt, weil diese Substanz nur durch Auswaschen mit Wasser, also nicht vollständig genug von den übrigen Bestandtheilen abgeschieden wurde.

	Frische Substanz.			Lufttr. Substanz.	
	Wasser.	Proteïn.	Asche.	Proteïn.	Asche.
Trifolium pratense	80,64	3,61	1,97	15,53	8,49
Trifolium repens	83,65	4,52	1,57	23,39	8,00
Medicago lupulina	77,57	4,48	2,00	16,67	7,42
Trifolium hybridum	76,67	4,83	2,06	17,24	7,35
Melilotus (Bokharaklee)	81,30	3,28	1,89	14,63	8,43
Medicago sativa	73,41	4,40	3,08	13,83	9,65
Onobrychis sativa	77,32	3,51	1,73	12,92	6,36
Vicia sativa	82,16	3,56	1,54	16,67	7,19
Plantago lanceolata	80,79	2,48	1,83	10,78	7,93
Sinapis alba	87,40	3,29	2,04	21,77	13,49
Brassica napus	87,05	2,76	1,61	17,76	10,36
Mittel	80,72	3,70	1,94	16,49	8,61

Die vorstehenden Analysen haben im Allgemeinen ähnliche Zahlenverhältnisse ergeben, wie sie in denselben Futterkräutern von Way nachgewiesen worden sind; jedoch bemerkt man in dem Gehalte an Wasser und stickstoffhaltigen Nährmitteln einige auffallende Abweichungen. Der weiße Klee ist nach Völcker auf derselben Stufe der Entwickelung bedeutend reicher an Wasser und namentlich an Proteïnverbindungen als der rothe Klee, während Way und auch andere Chemiker ein entgegengesetztes Verhalten beobachteten; auch der gelbe Klee und die Wickenarten zeigen ähnliche, wenn auch nicht so beträchtliche Schwankungen. Die Verschiedenheit dieser Analysen findet vielleicht in dem Umstande ihre Erklärung, daß das zur Untersuchung verwendete Material das eine Mal aus wildwachsenden oder im Großen auf dem Felde kultivirten Pflanzen bestand, das andere Mal dagegen im Kleinen und im Gartenlande erbaut wurde. Außerdem ist zu beachten, daß gerade diese Blattfrüchte, zur Zeit der anfangenden Blüthenbildung, außerordentlich schnell Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung erleiden und daß daher bei der Analyse schon wesentlich abweichende Resultate sich ergeben, wenn das Material nur um einige Tage früher oder später, mit Bezug auf eine bestimmte Entwickelungsperiode eingesammelt worden ist. Die von Anderson untersuchten Kleearten waren unter ganz ähnlichen Verhältnissen, wie die in Cirencester erbauten Pflanzen und zwar in einem noch kräftigeren Gartenlande gewachsen und zu derselben Jahreszeit der Analyse unterworfen; dennoch bemerkt man einen ganz auffallenden Unterschied in dem Gehalte an Proteïnstoffen, welcher in dem schottischen Klee ungleich niedriger war als in dem englischen Klee. Die vorliegenden Thatsachen beweisen aufs Neue, wie wichtig es ist, bei der Untersuchung von so veränderlich zusammengesetzten Pflanzen die größte Aufmerksamkeit auf die Einsammlung des Materials zu verwenden und alle die äußeren Umstände genau zu beachten, welche möglicherweise auf die Mengen-

verhältnisse der Bestandtheile in der betreffenden Pflanze einen Einfluß ausüben können. Jede anfangs noch so auffallende Erscheinung muß endlich doch ihre natürliche Ursache haben; diese überall auf dem Gebiete der Landwirthschaft mit Klarheit nachzuweisen, ist das Ziel, welchem die Naturwissenschaft des Ackerbaues im Interesse der Praxis unablässig nachstrebt. Alle die hier mitgetheilten mühsamen und umfangreichen Untersuchungen von Futterkräutern würden ohne Zweifel weit bestimmtere und praktisch wichtigere Resultate geliefert haben, wenn dieselben mit quantitativen Kulturversuchen in Verbindung gebracht worden wären. Kultur- und Düngungsversuche, chemische Untersuchungen und meteorologische Beobachtungen müssen sich gegenseitig unterstützend gleichzeitig angestellt werden; ein für sich isolirter Versuch, eine aus aller Verbindung herausgerissene chemische Analyse ist werthlos für die Praxis wie für die Wissenschaft.

Der jüngere Klee ist immer reicher an Stickstoffverbindungen und daher bei gleichem Wassergehalte auch nahrhafter als der ältere Klee. Die procentischen Verhältnisse, in welchen das Wasser, die Asche und die stickstoffhaltigen Substanzen im rothen Klee zu den verschiedenen Perioden der Vegetation zugegen sind, ersieht man aus den folgenden von Stöckhardt und Hellriegel im Jahre 1851 mitgetheilten Bestimmungen:

	Stengel.			Blätter.		
		Lufttr. Pflanze.			Lufttr. Pflanze.	
	Wasser.	Protein.	Asche.	Wasser.	Protein.	Asche.
4. Juni, ganz jung . . .	82,80	13,61	9,71	83,50	27,17	9,42
23. „ mähbar	81,72	12,72	9,00	82,68	27,69	9,00
9. Juli, Anfang der Blüthe .	82,41	12,40	6,12	77,77	15,83	10,46
29. „ volle Blüthe . . .	78,30	9,28	4,63	70,80	19,20	9,58
21. Aug., im reifenden Zustande	69,40	6,75	4,82	65,70	18,94	12,33

Im lufttrocknen Zustande ist hier, wie oben, ein Wassergehalt von $16^1/_2$ Prc. angenommen worden.

Der Klee wurde 1850 unter Sommerroggen in einer Mischung mit weißem Klee, Hopfenluzerne und Thimotheegras gesäet. Das Kleegras stand im Herbste außerordentlich gut und gab im folgenden Jahre in zwei Schnitten den hohen Ertrag von 33500 Kil. pro Hectar. Zur Untersuchung wurden nur rothe Kleepflanzen ausgewählt, welche sonach einjährigen, auf schwerem Boden in einem feuchten Jahrgange sehr kräftig entwickelten Klee repräsentiren. Die Blätter sind, wie man sieht, weit stickstoffreicher und daher nahrhafter als die Stengel, welche letzteren namentlich zur Zeit der vollen Blüthe sehr schnell an Nahrungswerth verlieren.

Seit einigen Jahren hat der sogenannte schwedische Klee oder der

Bastardklee in Norddeutschland Verbreitung gefunden und wird man aus dem Grunde sehr geschätzt, weil er später als der gewöhnliche rothe in die Blüthe tritt und deshalb auch die weichstengelige und saftreiche Be- fenheit des jungen Klee's längere Zeit hindurch bewahrt. Stöckhardt den schwedischen (Trifolium hybridum) und den rothen Klee (Tri- pratense) einer vergleichenden Untersuchung unterworfen; beide P waren auf gleichem Boden und bei gleichem Düngungszustande des l gewachsen und zur Zeit der anfangenden Blüthe geerntet.

	Frische Substanz.			Lufttrockne Substanz.	
	Wasser.	Protein.	Asche.	Protein.	Asche.
Rother Klee . .	81,23	3,15	1,59	14,00	7,05
Schwedischer Klee	84,18	2,77	1,59	14,65	8,35

Diesen Analysen zufolge enthält der rothe Klee im frischen Z etwas weniger Vegetationswasser und ein wenig mehr stickstoffhaltige Be- theile als der schwedische, während der Gehalt an Asche in beiden Kle genau derselbe ist; im lufttrocknen Zustande dagegen übertrifft der schwe Klee den rothen, sowohl hinsichtlich der stickstoffhaltigen als der minerali Bestandtheile. Die obigen analytischen Resultate werden durch einig mir im Jahr 1853 vorgenommene Bestimmungen ergänzt und bestätigt.

	Rother Klee.				Schwedischer Klee			
	Anfangende Blüthe.		Volle Blüthe.		Anfangende Blüthe.		Volle Blü	
	11. Juni.		25. Juni.		22. Juni.		29. Ju	
	Frisch.	Lufttr.	Frisch.	Lufttr.	Frisch.	Lufttr.	Frisch.	[illegible]
Wasser . . .	83,07	16,66	76,41	16,66	86,98	16,66	82,60	[illegible]
Asche	1,43	7,04	1,67	5,90	1,12	7,17	1,45	[illegible]
Holzfaser . . .	4,24	20,87	8,88	31,37	3,79	24,26	5,11	[illegible]
Proteïnstoffe . .	3,16	15,56	2,98	10,53	2,59	16,58	2,37	[illegible]
Andere Nährstoffe	8,10	39,87	10,06	35,54	5,52	35,33	8,47	[illegible]

Beide Kleearten waren genau unter denselben Boden- und Witter verhältnissen gewachsen. Man sieht sehr deutlich, daß in der gleichen V tationsperiode die Unterschiede in der Zusammensetzung und daher auch im Nahrungswerthe gering sind; der große Vorzug des schwedischen K besteht aber darin, daß er um wenigstens 14 Tage später blüht und da einer Zeit seine Eigenschaft als vorzügliches Grünfutter noch bewahrt, der gewöhnliche Klee mit dem Anfange der vollen Blüthe schon sehr und grobfaserig geworden ist. Auch ist es bemerkenswerth, daß der s dische Klee nicht so schnell und leicht verholzt als der rothe Klee; der gibt noch zur Zeit der vollen Blüthe und selbst nach derselben ein sch haftes und leichtverdauliches Futter und eignet sich daher sehr gut zur tung von Kleeheu, welches dem Heu des weißen Klee's an Werth sehr

steht. Als Grünfutter ist der schwedische Klee wegen seiner in einer früheren Vegetationsperiode sehr wässerigen Beschaffenheit nicht vor dem Eintritt der vollen Blüthe in Anwendung zu bringen. Die Kultur des schwedischen Klee's wird dem Landwirthe neben dem Anbau des gewöhnlichen Klee's große Vortheile darbieten, keineswegs aber den letzteren gänzlich zu verdrängen und zu ersetzen geeignet sein.

Ritthausen hat ähnliche vergleichende Untersuchungen des rothen und schwedischen Klee's im J. 1854 ebenfalls in Möckern vorgenommen, deren Resultate ich hier zusammenstelle:

a. Rother Klee.

<table>
<tr><td></td><td colspan="4">23. Mai. Ganz jung.</td><td colspan="2">2. Juni. Anfang</td><td colspan="4">12. Juni. Volle Blüthe.</td></tr>
<tr><td></td><td>Blätter.</td><td>Stengel.</td><td colspan="2">Ganze Pflanze.</td><td colspan="2">der Blüthe.</td><td>Blätter.</td><td>Stengel.</td><td colspan="2">Ganze Pflanze.</td></tr>
<tr><td></td><td>Frisch.</td><td>Frisch.</td><td>Frisch.</td><td>Lufttr.</td><td>Frisch.</td><td>Lufttr.</td><td>Frisch.</td><td>Frisch.</td><td>Frisch.</td><td>Lufttr.</td></tr>
<tr><td>Wasser . . .</td><td>80,9</td><td>87,8</td><td>83,9</td><td>16,0</td><td>82,8</td><td>16,0</td><td>74,2</td><td>87,3</td><td>79,5</td><td>16,0</td></tr>
<tr><td>Holzfaser . . .</td><td>3,1</td><td>3,7</td><td>3,9</td><td>20,2</td><td>5,2</td><td>25,3</td><td>4,3</td><td>7,5</td><td>6,8</td><td>27,8</td></tr>
<tr><td>Asche . . . .</td><td>2,0</td><td>1,2</td><td>1,5</td><td>7,6</td><td>1,6</td><td>8,0</td><td>2,8</td><td>1,2</td><td>1,6</td><td>6,4</td></tr>
<tr><td>Proteïnsubstanz .</td><td>6,9</td><td>1,8</td><td>4,0</td><td>20,9</td><td>3,0</td><td>14,6</td><td rowspan="2">18,7</td><td rowspan="2">9,0</td><td>3,2</td><td>13,3</td></tr>
<tr><td>Uebrige Nährstoffe</td><td>7,1</td><td>5,5</td><td>6,7</td><td>35,3</td><td>7,4</td><td>36,1</td><td>8,9</td><td>36,5</td></tr>
</table>

b. Schwedischer Klee.

	19. Mai. Ganz jung.				2. Juni. Anfang der Blüthe.	
	Blätter.	Stengel.	Ganze Pflanze.			
	Frisch.	Frisch.	Frisch.	Lufttr.	Frisch.	Lufttr.
Wasser	74,9	85,1	80,3	16,0	83,0	16,0
Holzfaser	3,9	4,1	3,8	16,3	4,5	22,0
Asche	1,8	1,3	1,7	7,4	1,6	7,7
Proteïnsubstanz	8,9	2,2	5,7	24,2	3,5	17,6
Uebrige Nährstoffe	10,5	7,2	8,5	36,1	7,4	36,7

	22. Juni. Volle Blüthe.				10. Juli. Ende der Blüthe		28. August. Samenklee.
	Blätter.	Stengel.	Ganze Pflanze.				
	Frisch.	Frisch.	Frisch.	Lufttr.	Frisch.	Lufttr.	Lufttr.
Wasser	74,7	84,8	82,8	16,0	80,2	16,0	15,8
Asche	2,2	1,1	1,5	7,2	1,5	6,2	3,9
Holzfaser	4,8	6,9	5,5	27,0	8,6	36,5	48,8
Proteïnsubstanz	8,9	2,0	2,9	14,3	3,0	12,7	10,2
Uebrige Nährstoffe	9,4	6,2	7,3	35,5	6,7	28,6	21,3

Im Allgemeinen waren die Kleepflanzen im J. 1854 etwas reicher an Stickstoffverbindungen als im vorhergehenden Jahre, ein Verhalten, welches auch bei dem Heu und Grummet beobachtet wurde und wahrscheinlich durch die abweichenden Witterungsverhältnisse bedingt ist. Die Blätter des Klee's enthalten eine besonders große Menge Proteïnsubstanz, sie müssen vorzugsweise nahrhaft sein, um so mehr da die Holzfaser zurücktritt und auch mit dem Vorschreiten der Vegetation nur wenig an Menge zunimmt, während die Stengel sehr rasch verholzen und an Nahrungswerth verlieren. Hinsichtlich der Beschaffenheit des schwedischen Klee's sind die Folgerungen, welche aus

meinen Untersuchungen sich ergeben, auch durch die hier mitgetheilten Analysen in ihrer Richtigkeit bestätigt worden; der schwedische Klee ist in gleicher Vegetationsperiode etwas stickstoffreicher als der rothe Klee, er behält länger eine weichfaserige, leichtverdauliche Beschaffenheit und erst mit der Vollendung der Blüthe tritt eine rasche Verholzung ein.

Der Juni 1854 war in Norddeutschland sehr naß, der anhaltende Regen verdarb an vielen Orten den größten Theil des Kleeheu's. In Möckern wurde ein Theil des Rothklee's, welcher zum Trocknen bestimmt war, auf Reitern, die übrige größte Menge wie gewöhnlich auf dem Felde ausgebreitet getrocknet; er wurde 14 Tage lang fast täglich von sehr starken und anhaltenden warmen Regen durchnäßt, in Folge dessen der auf dem Felde ausgebreitete Klee nach dieser Zeit in Fäulniß übergegangen war. Das auf den Reitern getrocknete Heu besaß jedoch noch eine leidliche Beschaffenheit, es zeigte sich keine Spur von Fäulniß, Blätter und Stengel besaßen noch eine blaßgrüne Farbe und der Klee konnte nach dem Trocknen bei günstiger Witterung als Futter benutzt werden. Dieses Kleeheu wurde von Ritthausen analysirt. Der Klee war am 6. bis 8. Juni, im Beginn seiner Blüthe, gehauen.

	Kleeheu von d. Reitern.	Gutes Kleeheu (d. 2. Juni gehauen).
Wasser	16,03	16,00
Asche	7,50	8,04
Holzfaser	37,24	25,25
Proteïnsubstanz	15,85	14,59
Uebrige Nährstoffe	23,38	36,12

Die Analyse zeigt, daß im Verhältniß zu den stickstoffhaltigen Nährstoffen weit mehr stickstofffreie von dem Regen ausgewaschen worden sind; die procentische Menge der ersteren ist dadurch deutlich erhöht worden; vor dem Regen war die Menge der stickstofffreien Nährstoffe 36 Prc., nach dem Regen nur 23 Prc. Durch den Verlust an Nährstoffen hat sich aber auch das Verhältniß der Holzfaser zu diesen sehr erheblich erhöht. Dasselbe Resultat ergab sich aus einer Reihe von Versuchen, welche mit den in kaltem Wasser löslichen Bestandtheilen des Klee's und einiger Leguminosen angestellt wurden; die Menge der ausgezogenen Bestandtheile schwankte von 25 bis 40 Prc. der Trockensubstanz und es fand sich in dem wässerigen Auszuge stets eine so große Menge stickstofffreier Bestandtheile, daß das Verhältniß zwischen den stickstoffhaltigen und den stickstofffreien oft doppelt so groß war, als in der unveränderten Pflanze.

Einige im J. 1854 von mir in Hohenheim ausgeführte Untersuchungen über den Rothklee und einige andere kleeartige Gewächse mögen hier noch Erwähnung finden:

	Rothklee						
	im frischen Zustande.			im lufttrocknen Zustande.			
	Ganz jung.	13. Juni.	23. Juni.	Ganz jung.	13. Juni.	23. Juni.	20. Juli.
Wasser	87,4	83,1	80,9	16,7	16,7	16,7	16,7
Asche	1,4	1,4	1,3	9,8	7,2	5,8	5,6
Holzfaser	3,7	6,7	9,6	24,7	32,8	32,9	41,7
Proteinsubstanz	3,3	2,8	2,2	21,9	13,8	11,2	9,5
Uebrige Nährstoffe	4,2	6,0	6,0	26,9	29,5	33,4	26,5

Der Rothklee stand schon Mitte Juni in voller Blüthe, Anfang Juli wurde der bis dahin nicht verfütterte Klee zu Heu gemäht und am 20. Juli eine Probe von dem trocknen Heu der Analyse unterworfen.

Der gelbe Klee (Medicago lupulina) wurde am 9. Juni auf einer sonnigen Wässerungswiese im großentheils abgeblühten Zustande eingesammelt; auf dem Felde war derselbe im Gemenge mit Rothklee, Weißklee und Raigras kultivirt, sehr üppig gewachsen und befand sich am 13. Juni 1854 reichlich in voller Blüthe, am 23. Juni im beinahe gänzlich abgeblühten Zustande.

	Frische Pflanze.			Lufttrockne Pflanze.		
	Wiese.	Feld.		Wiese.	Feld.	
	9. Juni.	13. Juni.	23. Juni.	9. Juni.	13. Juni.	23. Juni.
Wasser	76,7	86,3	81,9	16,7	16,7	16,7
Asche	1,7	1,2	1,3	6,1	7,5	6,0
Holzfaser	7,6	4,5	5,8	27,0	27,5	26,8
Proteinsubstanz	3,2	2,0	2,8	11,3	12,4	13,0
Uebrige Nährstoffe	10,8	6,0	8,2	38,9	35,9	37,5

Der gelbe Klee muß als ein vortreffliches Futtermittel angesehen werden, welches bis nach der Blüthe eine zartfaserige Beschaffenheit und daher einen hohen Nahrungswerth bewahrt, was um so wichtiger ist, als diese Pflanze schon zu einer etwas früheren Zeit in die Blüthe tritt, als namentlich der Rothklee und die meisten Gräser, in deren Gemenge er auf den Wiesen vorkommt oder auf dem Felde kultivirt wird.

	Frische Pflanze.				Lufttrockne Pflanze.			
	Wasser.	Asche.	Holzfaser.	Nährstoffe.	Wasser.	Asche.	Holzfaser.	Nährstoffe.
Bastardklee. 13. Juni	85,0	1,7	4,9	8,4	16,7	9,6	27,3	46,4
23. „	83,6	1,7	5,5	9,2	16,7	8,7	28,0	46,6
Weißer Klee. 9. „ (Wiese)	82,0	1,5	4,8	11,7	16,7	7,1	22,0	54,2
13. „ (Feld)	85,6	1,8	5,3	7,3	16,7	10,3	30,5	42,5
Infarnatklee. 13. „ (im 2. J.)	80,7	1,6	8,5	9,2	16,7	7,0	36,5	39,8
20. Juli (im 1. J.)	84,7	1,3	6,4	7,6	16,7	7,2	34,9	41,2
Sandluzerne. 13. Juni	85,0	1,5	6,3	7,2	16,7	8,2	34,9	40,2
23. „	78,0	1,8	10,3	9,9	16,7	6,8	39,1	37,4
do.	78,3	1,7	9,2	10,8	16,7	6,5	36,1	40,7
Luzerne. 1. Schnitt	—	—	—	—	16,7	7,2	28,6	47,5
2. „	88,1	1,6	3,0	7,3	16,7	11,4	21,2	49,7
Esparsette. 14. Juni	82,3	1,3	7,2	9,2	16,7	6,2	34,0	43,1

Der verhältnißmäßig hohe Wassergehalt in fast allen frischen Futterpflanzen ist bedingt durch die feuchte kalte Witterung, welche im Jahre 1854 in Hohenheim bis Ende Juni anhielt. Der Bastardklee befand sich am 13. Juni in der ersten Hälfte der Blütheperiode, am 23. Juni in reichlich voller Blüthe; der weiße Klee war am 9. Juni auf der Wiese fast schon verblüht, während er am 13. Juni auf dem Felde im Gemenge mit Rothklee, Gelbklee und Raigras noch in voller Blüthe stand. Der Infarnatklee, welcher 1853 gesäet war, war am 13. Juni schon fast verblüht, während der am 20. Juli geerntete noch in voller Blüthe stand und erst im Frühjahr 1854 gesäet worden war. Die Sandluzerne (Medicago intermedia) war sehr kräftig und hoch gewachsen, am 13. Juni schon ziemlich holzig, obgleich noch keine Blüthen sichtbar waren, welche erst mit dem 23. Juni hervorzutreten begannen. Die Luzerne wurde am 17. Juni gesammelt; der erste Schnitt war zu Heu gemacht zu einer Zeit, als die Luzerne noch nicht stark verholzt war und noch keine Blüthenknospen entwickelt hatte; der zweite Schnitt wurde zu derselben Zeit frisch von demselben Felde genommen, die jungen Stengel hatten eine Länge von 1½ Fuß. Die Esparsette stand am 14. Juni in voller Blüthe; sie war sehr üppig gewachsen und auf einer kleinen Fläche im botanischen Garten zu Hohenheim kultivirt.

Ich theile hier noch eine Untersuchung des Ackerspörgels mit (Spergula arvensis maxima), die am 13. Juni vom Felde genommen wurde, als die Pflanze am Ende ihrer Blüthezeit sich befand; der Spörgel war auf dem ziemlich thonigen Boden sehr üppig gewachsen. Die Analysen der Wicke und des Hafers, als Grünfutter im Gemenge angebaut, wurden im Hohenheimer Laboratorium von Jani ausgeführt; die Pflanzen waren sehr üppig entwickelt und wurden am 11. Juli, zur Zeit der anfangenden Blüthe geschnitten.

	Spörgel.		Wicke.		Hafer.	
	Frisch.	Heutrocken.	Frisch.	Heutr.	Frisch.	Heutr.
Wasser	89,8	16,7	84,0	16,7	84,0	16,7
Asche	1,2	9,6	2,3	12,1	1,6	8,5
Holzfaser	3,8	31,0	5,1	26,4	7,0	36,3
Proteinstoffe	0,9	7,3	3,8	19,8	2,3	12,1
Andere Nährstoffe	4,3	35,4	4,8	25,0	5,1	26,4

Ritthausen hat in Möckern ebenfalls im Jahre 1854 einige Grünfutterarten einer chemischen Prüfung unterworfen:

	Luzerne. 24. April.	22. Mai.	3. Juli, blühend.	Schwarze Wicke 23. Juni, blühend.	Erbse (grüne Var.) 21. Juli, Ende der Blüthe.	Erbse (gelbe) 20. Juni, Blüthe.	Linse 28. Juli, Ende der Blüthe.
Wasser	81,91	79,04	72,47	82,87	85,72	81,76	77,98
Asche	1,87	2,43	2,38	1,71	1,11	1,26	1,31
Holzfaser	3,98	5,68	13,36	5,59	4,37	5,91	8,08
Proteïnstoffe	6,23	5,52	4,90	2,79	3,17	3,29	5,04
Andere Nährstoffe	6,01	7,33	6,89	7,04	5,63	7,78	7,59
			Im heutrocknen Zustande.				
Wasser	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7
Asche	8,6	9,7	7,2	8,3	6,5	5,7	4,9
Holzfaser	18,3	22,6	40,4	27,2	25,5	27,0	30,6
Proteïnstoffe	28,7	21,9	14,8	13,6	18,5	15,0	19,0
Andere Nährstoffe	27,7	29,1	20,9	34,2	32,8	35,6	28,8

Die folgenden, von Eichhorn in Möglin mitgetheilten Analysen beziehen sich auf die gewöhnliche Luzerne (Medicago sativa) und gelbe Luzerne (Medicago media), welche beide bei angehender Blüthe gehauen waren; Wicken, Hafer, Mais und Klee standen zur Zeit der Untersuchung in voller Blüthe und der Spörgel befand sich am Ende der Blütheperiode.

	Luzerne.	Boden'scher Mais.	Gelbe Luzerne.	Rother Klee.	Hafer.	Wicken.	Wickhafer.	Spörgel.
Wasser	81,98	85,69	83,53	81,49	80,95	84,06	82,59	77,92
Asche	1,43	1,12	1,40	1,29	1,36	1,42	1,39	1,41
Fett und Wachs	0,88	0,58	0,54	0,74	0,58	0,58	0,58	0,69
Proteïnstoffe	3,11	1,15	2,81	2,99	1,78	2,74	2,29	1,51
				Im völlig wasserfreien Zustande.				
Asche	7,93	7,95	8,49	6,97	7,15	8,89	8,00	6,39
Fett und Wachs	4,89	4,06	3,29	4,02	3,05	3,65	3,33	3,14
Proteïnstoffe	16,97	8,03	17,03	16,18	9,32	17,19	13,15	6,82

Man nimmt ziemlich allgemein an, daß das Futter im frischen, grünen Zustande eine verhältnißmäßig höhere Nährkraft entwickelt als nach der Umwandlung in Heu, also nachdem es an der Luft getrocknet worden ist. 100 Theile Klee oder Luzerne, im Anfang der Blüthe gehauen, liefern durchschnittlich 25 Theile Heu und bei gleichem Werthe der Trockensubstanz müßten daher 4 Theile grüner Klee den Nahrungswerth von 1 Theil Kleeheu repräsentiren, während man mehrfach die Beobachtung gemacht haben will, daß, um 4 Theile grünen Klee bei der Fütterung zu ersetzen, $1^1/_2$ Theile Kleeheu erforderlich sind. Zur Feststellung dieses Verhältnisses genügen die bisher in ihren Resultaten veröffentlichten Fütterungsversuche nicht, es sind hierzu neue Untersuchungen nöthig. Es ist zu beachten, daß der Klee bei dem Trocknen und Einfahren häufig eine große

Menge der besonders nahrhaften Blätter verliert und zwar um so mehr, je ungünstiger die Witterung zur Zeit der Ernte ist, wozu noch kommt, daß bei häufigem und starkem Regen leicht eine Auslaugung der abgehauenen Pflanzen oder in Folge einer anfangenden Gährung und Fäulniß eine Verschlechterung des Futters stattfinden kann. Unter solchen Verhältnissen erklärt sich die Beobachtung des geringeren Nahrungswerthes des Heu's im Verhältniß zu den grünen Pflanzen sehr natürlich; oft wird auch diese Annahme großentheils dadurch hervorgerufen, daß man das grob- und hartfaserige Kleeheu, welches gemacht worden ist, als die Pflanzen bereits die volle Blüthe erreicht hatten, mit dem Grünfutter vergleicht, welches vor oder im Anfang der Blütheperiode geerntet und verfüttert worden ist. Ob aber die Gräser und Kräuter wirklich an Nährkraft abnehmen, wenn sie ohne irgend einen Verlust oder eine weitere Veränderung zu erleiden, an der Luft getrocknet werden, in der Weise vielleicht, daß die im Vegetationswasser aufgelösten Nährstoffe bei dem Eintrocknen theilweise ihre Leichtlöslichkeit oder Verdaulichkeit verlieren, und ob überhaupt dem in den Zellen des Grün- oder saftigen Futters eingeschlossenen Wasser im Ernährungsprozesse eine andere Wirkung zugeschrieben werden muß, als dem Wasser, welches von den Thieren bei der Fütterung von Heu, Stroh 2c. direkt aufgenommen wird, dies ist eine Frage, die bis jetzt nicht entschieden werden kann. Neue und genaue Versuche und Untersuchungen sind zur Lösung der angeregten Frage sehr wünschenswerth.

c. Die knollen-, rüben- und kohlartigen Hackfrüchte.

1. Die Kartoffeln.

Der Ertrag an Kartoffeln auf der Fläche eines Hectar wird im Mittel aus zahlreichen älteren Angaben auf 270 Hectoliter oder **21400 Kil.** berechnet; seit dem Auftreten der Kartoffelkrankheit hat sich jedoch der mittlere Ernteertrag wohl um die Hälfte vermindert. Das Gedeihen der Kartoffel scheint mehr wie das irgend einer anderen Frucht durch äußere Verhältnisse, namentlich durch verschiedene Kulturmethoden und durch die Varietät der Pflanze bedingt zu sein. Es sind mit der Kartoffel vielfache interessante Kulturversuche in Deutschland angestellt worden, deren Hauptresultate ich im Folgenden mittheile.

Die Frage, ob man ganze oder zerschnittene Kartoffeln zur Aussaat wählen solle, hat sich dahin erledigt, daß es für die meisten Verhältnisse des Ackerbaues entschieden vortheilhafter ist, ganze, gut ausgebildete Kartoffeln von mittlerer oder über mittlerer Größe zu legen, als dieselben in zwei oder mehrere Stücke zu zerschneiden, oder nur die Kuppe, nämlich die Hälfte, welche besonders reich an Augen ist, zur Saat zu ver-

wenden. Geyer in Langenrinne (bei Freiberg) stellte mehrjährige vergleichende Versuche an über den Erfolg einer Aussaat von ganzen Kartoffeln oder geschnittenen Kuppen derselben Sorte:

		Menge der Aussaat pro Hectar.	Ertrag pro Hectar.	Ertrag nach Abzug der Aussaat.
		Hectol.	Hectol.	Hectol.
1831.	Zwiebelkartoffeln, geschnitten	19,4	162,5	143,1
	Desgl., ganze Knollen .	34,9	260,5	225,6
1832.	Nierenkartoffeln, geschnitten	19,4	230,9	211,5
	Desgl., ganze Knollen .	38,8	320,1	281,3
1833.	Zwiebelkartoffeln, geschnitten	20,4	465,6	445,2
	Desgl., ganze Knollen .	40,8	539,3	498,5

Der Unterschied in den jedesmaligen Erträgen zu Gunsten der unzerschnittenen Kartoffeln ist sehr bedeutend. Es ergab sich noch die Beobachtung, daß je geringer die Kraft des Bodens ist, in welchem die Kartoffeln gebaut werden, desto größer der Unterschied in dem Ertrage der geschnittenen und der ganzen Saatkartoffeln zu Gunsten der letzteren ist.

Die von Stöckhardt in Brösa mitgetheilten Resultate ähnlicher Versuche zeigen keine so große Differenzen, aber immer noch deutlich, daß ganze mittelgroße Saatkartoffeln die besten Erträge liefern. Die großen unzerschnittenen Kartoffeln waren pro Stück 1/4 bis 3/4 Kil. schwer; die Saat erfolgte am 19. April 1844 auf einem lehmigen Sandboden nach gut gedüngtem Weizen, die Ernte am 14. October:

	Aussaat pro Hectar.		Ertrag pro Hectar.	
Nr.	Hectol.	Kil.	Hectol.	Kil.
1. Große ganze Kartoffeln .	50,4	3735	271,6	20,230
2. Geschnittene „	31,0	2448	285,2	21,533
3. Mittelgroße ganze . .	38,8	2890	298,8	22,689
4. Kleine ganze „ . .	25,2	2033	285,2	21,258

Die geernteten Kartoffeln waren durchgängig von ziemlich gleicher Größe, eine schöne Mittelsorte, nur bei Nr. 1. bemerkte man einzelne große und viele kleine, mit weicher Schale und noch sehr am Stocke hängend. Diese waren auch gekocht am wenigsten schmackhaft, dagegen am besten und mehlreichsten in dem Versuche Nr. 3.

Rohde in Eldena erhielt auf lehmigem Sandboden im Jahr 1848, nach Hafer als Vorfrucht und nach Herbstdüngung (29,300 Kil. Stallmist pro Hectar), die folgenden Resultate:

	Menge der Aussaat pro Hectar.	Ertrag pro Hectar.
	Hectol.	Hectol.
Nr. 1. Große ganze Kartoffeln .	25,8	148,4
„ 2. Zerschnittene „ .	12,9	116,1
„ 3. Kleine ganze „ .	10,8	65,4

Von den großen ganzen Kartoffeln waren die kleinsten 2 Zoll lang: Nr. 2. dieselbe Sorte, aber der Länge nach zerschnitten und mit der Schnittfläche nach unten gelegt; von den kleinen Kartoffeln kamen immer mehrere zusammen zu liegen. Die Entfernung der Reihen betrug überall 21 Zoll, der Pflanzen in den Reihen 18 Zoll und die Behandlung während der Vegetation war auf den verschiedenen Versuchsstücken eine durchaus gleichmäßige. Die Kartoffeln litten sämmtlich durch die Krankheit, jedoch auf Nr. 3. mehr als auf Nr. 1. Der Versuch gibt einen sehr deutlichen Beweis für die zwar allgemein bekannte, aber auch ebenso allgemein vernachlässigte Regel, zum Pflanzen nur die am besten ausgebildeten und gesunden Kartoffelknollen zu verwenden.

Weitere von Rohde in demselben Jahre und unter gleichen Bodenverhältnissen mit derselben Varietät (sog. rothe Bruchkartoffel) ausgeführte Kulturversuche sollten darüber Aufklärung geben, bis zu welcher Tiefe die Saatkartoffeln am zweckmäßigsten in den Boden gebracht werden. Die Aussaat erfolgte am 5. Mai mit 10,8 Hectolitern pro Hectar und geerntet wurden:

	Tiefe der Saat.	Ertrag pro Hect.
Nr. 1.	2 Zoll.	103,2 Hectol.
„ 2.	4 „	90,3 „
„ 3.	6 „	75,3 „

Die flach gepflanzten Kartoffeln haben also ganz entschieden den Vorzug behauptet; sie liefen früher auf und zeigten überhaupt in allen Vegetationsperioden einen deutlichen Vorsprung vor den tiefer gelegten. Die Dauer der Vegetation ist namentlich bei den Spätkartoffeln in den nördlichen Klimaten häufig gewaltsam abgekürzt, wodurch immer der Ertrag und die Ausbildung der Knollen beeinträchtigt werden muß; alle Mittel, welche, wie eine möglichst flache Lage der Saatkartoffeln, die Vegetation der Pflanzen beschleunigen, müssen daher auch einen erhöhten Ertrag bewirken. Hierbei wird aber der Feuchtigkeitszustand des Bodens wohl zu berücksichtigen sein. Je weniger Winterfeuchtigkeit der Boden enthält und je mehr dessen physikalische Eigenschaften ein schnelles Entweichen derselben zulassen, um so mißlicher wird ein sehr flaches Auslegen der Kartoffeln sein.

Ueber die zweckmäßigste Entfernung der einzelnen Pflanzen von einander werden schwerlich allgemeine Regeln gegeben werden können; dieselbe ist bedingt durch die Varietät, durch Boden-, klimatische und Düngungsverhältnisse. Kleine und frühzeitige Kartoffeln werden immer dichter gepflanzt werden können als größere und später reifende; die Entfernung wird, wie Rohde annimmt, hauptsächlich nach der Ausdehnung der

Krautes der Pflanzen bestimmt, so daß die letzteren den Boden vollständig beschatten, ohne jedoch so nahe aneinander gedrängt zu werden, daß dem Wuchse Eintrag geschieht. Rohde theilt die Resultate einiger direkter Versuche mit:

	Zahl der Pflanzen pro Hectar.	Aussaat pr. Hect. in Hectol.	Ertrag pr. Hect. in Hectol.
Nr. 1. Auf 18 Zoll im Quadrat marquirt .	45,158	12,9	96,8
„ 2. „ 24 „ „ „ „ „ .	25,402	8,6	73,1
„ 3. „ 24 „ im Quincunx marquirt .	25,402	8,6	73,1

Das Resultat des Versuches spricht zu Gunsten der engeren Pflanzung, wenigstens bei der hier dem Versuch unterworfenen Varietät (rothe Bruchkartoffel) und unter den vorhandenen Verhältnissen.

Ebenso wie eine flache ist auch eine möglichst frühe Aussaat geeignet, unter sonst günstigen Umständen den Ertrag der Ernte zu erhöhen und die Qualität derselben zu verbessern. Im Jahr 1852 haben mehrere hannöversche Landwirthe in der Nähe von Hildesheim Versuche über den Einfluß der Saatzeit auf die Quantität der Erträge angestellt, nämlich Mejer zu Marienrode (Versuch Nr. 1), v. Wallmoden auf Wallmoden (Nr. 2), Rühmekorf zu Bavenstedt (Nr. 3), Küster zu Sillium (Nr. 4), Siemering zu Adolfshof (Nr. 5) und Knopf zu Wartjenstedt (Nr. 6 und Nr. 7). Jeder Versuch umfaßte die Fläche von 1/2 Morgen; die Ergebnisse sind hier nur nach den gefundenen Verhältnißzahlen zusammengestellt, und zwar in Bezug auf eine in allen Versuchen gleich große Fläche:

Nr.	Kartoffelsorte.	Frühe Saatzeit.	Ertrag.	Mittlere Saatzeit.	Ertrag.	Späte Saatzeit.	Ertrag.
1.	Wunsch-Kartoffel	23. März.	202 1/2	7. April.	168 3/4	23. April.	131 1/3
2.	Einloch- „	10. April.	118	29. April.	108	15. Mai.	129
3.	Zucker- „	21. März.	175	4. April.	175	18. April.	160
4.	Frühe rothe „	5. April.	67 1/2	21. April.	67 1/2	6. Mai.	77 1/2
5.	Weiße frühe Zucker-Kartoffel . .	28. März.	118	16. April.	115	4. Mai.	84
6.	Blaßrothe frühe Kartoffel . .	8. April.	72	15. April.	72	26. April.	68
7.	Zucker-Kartoffel .	8. April.	84	15. April.	84	26. April.	82
		Mittel	119,6		112,9		104,6

Die Versuche sprechen, mit Ausnahme des zu Wallmoden und zu Sillium angestellten, alle für das frühe Pflanzen. Es ist natürlich, daß die Zeit, in welcher die frühe Einsaat erfolgen kann, durch die jedesmaligen Boden- und Witterungsverhältnisse sehr modificirt wird; so lange der Boden noch sehr naß und kalt ist, darf die Kartoffelsaat nicht stattfinden, wenigstens würden in diesem Falle die Pflanzen sich sehr langsam und kümmerlich entwickeln und

somit auch die Vortheile, welche mit einer frühen Saat in einem erwärmten und hinreichend abgetrockneten Boden verbunden sind, keineswegs beobachtet werden.

Die Behandlung der Kartoffelpflanzen, namentlich in der ersten Hälfte ihrer Vegetationszeit, wenn die jungen Pflanzen kräftig sich zu entwickeln anfangen, ist ebenfalls für die Gestaltung der Ernteerträge von Bedeutung. Rohde bestellte im Jahr 1847 3 Versuchsstücke ganz gleichförmig mit Kartoffeln, ließ dieselben nach dem Auflaufen der Pflanzen eggen und in folgender Weise behandeln:

		Ertrag.
Nr. 1.	1 Mal geschaufelt und 1 Mal behäufelt .	92,5 Hectol.
„ 2.	2 Mal geschaufelt	101,1 „
„ 3.	1 Mal geschaufelt und 2 Mal behäufelt .	105,4 „

Das Behäufeln geschah das erste Mal flach, das zweite Mal bis zu einer Tiefe von 4 Zoll. Die weniger bearbeiteten Stücke zeigten den geringeren Ertrag. Spätere, im Jahr 1851 in Eldena von Trommer veranlaßte Versuche haben jedoch ein anderes Resultat geliefert. Es wurden Mitte Mai auf zwei Versuchsstücken gepflügten und gegrabenen Landes je 1000 Kartoffeln von gleicher mittlerer Größe (pr. Stück 3 bis 4 Loth schwer) oder 100 Pfd. ausgelegt, Anfang Juli gleichmäßig vom Unkraute befreit und sodann 1/3 behäufelt, 1/3 gut behackt, während 1/3 unberührt liegen blieb. Bei diesem letzteren Drittheil wurde, um den Versuch in keiner Weise zu stören, das Unkraut theils ausgezogen, theils vom Boden abgeschabt. Das Reinigen vom Unkraute mußte einige Male wiederholt werden. Kurze Zeit nach dem Blühen, Mitte August, erlag das Kraut der Kartoffeln auf beiden Versuchsstücken vollständig der bekannten Krankheit, welche jedoch die Knollen nicht angriff, aber bewirkte, daß die letzteren bei weitem nicht die Größe der Mutterkartoffeln erreichten.

	Gepflügtes Land.		Gegrabnes Land.	
	Ertrag.	Verhältniß d. Aussaat z. Ernte.	Ertrag.	Verhältniß d. Aussaat z. Ernte.
Nr. 1. Behackt u. behäufelt .	66½ Pfd.	1 : 2	114 Pfd.	1 : 3,45
„ 2. Behackt	76 „	1 : 2,3	114 „	1 : 3,45
„ 3. Unbehackt	76 „	1 : 2,3	112 „	1 : 3,39

Die für diesen Versuch benutzte Kartoffelsorte war aus Mecklenburg bezogen worden und enthielt bei der Aussaat durchschnittlich 24 Prc. Stärke, während der Gehalt der geernteten Knollen nur 18 Prc. betrug. Ein zweiter Versuch wurde ganz in derselben Weise und mit derselben Sorte Kartoffeln angestellt, nur mit dem Unterschied, daß die letzteren an dem Versuchsorte im vorhergehenden Jahre gewachsen und geerntet waren und durchschnittlich nur 18 Prc. Stärke enthielten; 1000 Stück dieser Kartoffeln wogen zusammen 90 Pfd.

	Gepflügtes Land.		Gegrabnes Land.	
	Ertrag.	Verhältniß zwischen Aussaat u. Ernte.	Ertrag.	Verhältniß zwischen Aussaat u. Ernte.
Nr. 1. Behackt u. behäufelt	76 Pfd.	1 : 2,53	133 Pfd.	1 : 4,45
„ 2. Behackt	85½ „	1 : 2,83	142½ „	1 : 4,73
„ 3. Unbehackt	85½ „	1 : 2,83	133 „	1 : 4,45

Die Kartoffeln dieses Versuches waren durchschnittlich größer als die des vorigen Versuches; ihr Stärkemehlgehalt betrug 18 Prc., war also unverändert geblieben. Im Hinblick auf den ersten Versuch ist es gewiß auffallend, daß hier der Stärkegehalt der Saatkartoffel auf die Qualität der Ernte keinen merklichen Einfluß ausgeübt hat und es würde also, dem Resultate dieses Versuches nach zu urtheilen, der Vortheil eines Samenwechsels sehr in Zweifel zu ziehen sein, wenigstens für den Fall, daß Witterung und Boden dem Kartoffelbau überhaupt nicht günstig sind. Da aber wohl hier das Auftreten der Kartoffelkrankheit auch hinsichtlich der Qualität der Ernte störend eingewirkt hat, so möchte eine derartige Schlußfolgerung, welche mit anderweitigen Beobachtungen im Widerspruch steht, zu gewagt erscheinen. Als weiteres Ergebniß dieser Versuche ist mit Trommer anzusehen, daß einmal lockerer Boden als ein Hauptfaktor des Kartoffelbaues aufgestellt werden muß, wie die sehr verschiedenen Erträge auf gepflügtem und gegrabenem Lande bei gleicher Bodenbeschaffenheit beweisen, daß aber zweitens das Behäufeln der Kartoffeln als solches, abgesehen von der Auflockerung des Bodens, welche dadurch hervorgebracht wird, keineswegs eine so nothwendige Kulturarbeit sein kann, als welche sie in der Praxis betrachtet wird.

Das Abschneiden des Kräutigs mehrere Wochen vor der Ernte der Kartoffeln, welches Verfahren man in futterarmen Jahren und Gegenden vielfach anwendet und in neuerer Zeit auch zur Verhütung oder Verminderung der Kartoffelkrankheit empfohlen hat, bewirkt, wie Geyer bemerkt, einen weit bedeutenderen Ausfall in der Ernte, als man gewöhnlich glaubt. Ein vergleichender Versuch zeigte einen Verlust von nicht weniger als 83 Hectoliter pro Hectar, als das Kräutig nur 14 Tage vor dem 3. October, als dem Tage der Ernte, abgeschnitten worden war. Unter anderen Verhältnissen hat man keine so bedeutende Verminderung des Ernteertrages in Folge des Abschneidens des Kartoffelkrautes beobachtet. Schober in Tharand ließ im Jahr 1851 bei 14 verschiedenen Kartoffelsorten das Kraut am 5. September abschneiden und beobachtete bei der um Mitte October erfolgten Ernte, daß hierdurch der mittlere Ertrag aller Sorten pro Hectar von 10,780 Kil. bis 9928 Kil. erniedrigt worden war. Gleichzeitig ergab sich, daß die durch das Abschneiden des Kräutigs herbeigeführte Unterbrechung

oder Störung im Wachsthum ein weiteres Umsichgreifen der in diesem Jahr in dortiger Gegend sehr heftig auftretenden Kartoffelkrankheit verhindert hat. Die Menge der kranken Kartoffeln betrug nämlich auf den Flächen, wo das Kräutig abgeschnitten worden war, im Mittel 28,53 Prc. von dem ganzen Ernteertrag, auf den übrigen Flächen dagegen 33,13 Prc. Im Jahre 1852 wurde dieser Versuch bei denselben 14 Kartoffelsorten wiederholt und auf den betreffenden Ackerstücken schon am 5. August das Kräutig abgeschnitten: der Ertrag war pro Hectar im Mittel 9257 Kil., während von den Flächen, auf welchen die Pflanzen unverletzt geblieben waren, 9662 Kil., also fast ganz dieselbe Quantität geerntet worden war. Hinsichtlich der Kartoffelkrankheit bemerkte man in diesem Jahre, daß dieselbe in Folge des Abschneidens des Kräutigs überall fast ganz gleichmäßig gefördert zu sein schien, während in dem vorhergehenden Jahre gerade das entgegengesetzte Verhalten beobachtet wurde; es betrug nämlich die Menge der kranken Kartoffeln nach dem Abschneiden des Kräutigs 15,52 Prc. des ganzen mittleren Ertrages, auf den übrigen Flächen dagegen nur 12,20 Prc. Die Ursache dieser abweichenden Resultate kann nur in den verschiedenen Witterungsverhältnissen beider Jahrgänge liegen, über deren Mitwirkung zur Entstehung und Verbreitung der Kartoffelkrankheit überhaupt noch weit genauere Beobachtungen, als bisher vorliegen, angestellt werden müssen. Ich verweise noch auf einen werthvollen Beitrag zur Entscheidung der Frage, ob das Abschneiden des Krautes der Kartoffeln die Erträge der letzteren wesentlich beeinträchtigt. Ockel in Frankenfelde hat in den Jahren 1847 und 1851 hierüber Versuche bei derselben Kartoffelsorte angestellt; die übereinstimmenden Resultate sind hier für die Fläche eines Hectar berechnet worden:

	Tag des Abschneidens des Krautes.	Ertrag bei der Ernte pro Hectar. 1847.	1851.
Nr. 1.	Am 23. Juli	11,661 Kil.	12,088 Kil.
„ 2.	„ 6. August	9,981 „	8,349 „
„ 3.	„ 20. „	11,185 „	9,196 „
„ 4.	„ 3. September	11,976 „	10,429 „
„ 5.	„ 17. „	15,233 „	11,647 „
„ 6.	„ 1. October	16,713 „	13,423 „
„ 7.	„ 15. „ (Tag der Ernte)	18,523 „	17,075 „

Beide Versuche zeigen sehr deutlich, daß es höchst nachtheilig auf den Ertrag der Kartoffeln wirkt, wenn das Kraut derselben abgeschnitten wird, was selbst dann noch eine Verminderung des Ertrages herbeiführt, wenn es auch erst 14 Tage vor der Ernte geschieht. Beide Versuche beweisen ferner noch dadurch die Wichtigkeit des Krautes für das Wachsthum der Kartoffeln, daß sowohl im Jahr 1847 als im Jahr 1851 die Fläche Nr. 1. einen bedeutend höheren Ertrag lieferte als die nächstfolgenden Flächen, weil auf den Flächen

Nr. 1 das Kraut nach dem Abschneiden wieder gewachsen war und zwar im Jahre 1851 noch vollständiger als im Jahre 1847, weshalb auch bei den Versuchen vom Jahr 1851 der Ertragsunterschied zwischen der Fläche Nr. 1 und den nächstfolgenden Versuchsstücken noch beträchtlicher war, als im Jahre 1847.

Ueber die Entwickelung der Kartoffel zur Zeit und nach der Blüthe bis zur Ernte hat Ockel im Jahr 1851 gleichzeitig mit den soeben erwähnten Beobachtungen noch folgende Versuche angestellt. Die Kartoffeln waren am 29. Mai gelegt und wurden auf den einzelnen Flächen an dem hier genannten Tage aufgenommen und gewogen:

	Zeit der Aufnahme.	Ertrag pro Hectar am Tage der Aufnahme.
Nr. 1.	Am 23. Juli	527 Kil.
„ 2.	„ 6. August	2402 „
„ 3.	„ 20. „	8126 „
„ 4.	„ 3. September	8620 „
„ 5.	„ 17. „	11,943 „
„ 6.	„ 1. October	13,686 „
„ 7.	„ 15. „	17,075 „

Man ersieht aus diesen Zahlenverhältnissen, wie bedeutend die Kartoffelknollen selbst noch in der allerletzten Vegetationsperiode der Pflanzen an Gewicht zunehmen.

Daß die Varietät der Kartoffel einen sehr großen Einfluß auf den Ertrag dieser Frucht ausübt, ist eine bekannte Thatsache; wodurch aber die hohe Ertragsfähigkeit einzelner Sorten bedingt und namentlich durch welche Mittel dieselbe erhalten wird, zur Lösung dieser praktisch wichtigen Fragen können wir nur wenige und unbedeutende Beiträge liefern. Kulturversuche mit verschiedenen Kartoffelvarietäten sind bereits an vielen Orten angestellt, die Brauchbarkeit der Resultate dieser Versuche erstreckt sich aber oft kaum über den Versuchsort hinaus, indem die besonderen Verhältnisse, unter welchen die betreffenden Ergebnisse gewonnen wurden, nur selten genügende Beachtung gefunden haben. Ich werde aus der großen Anzahl dieser Versuche nur einige wenige auswählen, namentlich solche, welche mehrere Jahre hindurch fortgesetzt wurden und außerdem mit einigen Bestimmungen hinsichtlich der Qualität der geernteten Kartoffeln verbunden sind. Ich mache hier zunächst auf die von Ockel mitgetheilten Versuche aufmerksam, welche auf eine große Anzahl von Kartoffelsorten sich beziehen; die folgende Tabelle gibt eine Zusammenstellung derjenigen 14 Sorten, welche 4 Jahre lang auf gleich großen Flächen die höchsten Erträge geliefert haben. Der Stärkemehlgehalt wurde aus dem specifischen Gewichte der Kartoffel berechnet; 1846 wurden die Kartoffeln in zweiter Tracht, in den anderen Jahren nach frischer Düngung kultivirt.

Nr.	Kartoffelsorte.	Ertrag pro Hect. in Kil. 1846.	1847.	1848.	1849.	Durchschnittlicher Ertrag in 4 Jahren.
1.	Weiße Breadfruit	10980	16470	13725	17385	14640
2.	Blaßrothe Conaught	10980	17385	13542	19398	15326
3.	Early white kidney	13542	17202	18117	12993	15464
4.	Rothe, Eselbacks new . . .	12078	18117	17385	17202	16196
5.	Blaßrothe Farmers	9699	14091	11163	15372	12581
6.	Lancashire pinch	12627	14091	15738	19581	15509
7.	Weiße Lumpers	12993	18117	12993	15372	14869
8.	Browns fancy	11529	19398	19947	15372	15562
9.	Daly's wonder	12261	20313	17751	13176	15875
10.	Imperial kidney	11712	17019	11895	10431	12764
11.	Red bread fruit	10431	14274	12078	12444	12307
12.	Shaw's early	10797	17019	17202	12078	14274
13.	Frankenfelder blaßrothe Brennkartoffel.	12444	18849	19215	20496	17651
14.	Blaßrothe Futterkartoffel von Laasnig	13359	15006	19764	17934	16516
	Mittel . . .	12517	16954	16465	15660	14967

Die Menge des Stärkemehles nach dem procentischen Gehalte der Kartoffeln und nach den Erträgen pro Hectar berechnet, betrug bei den verschiedenen Sorten in obiger Reihenfolge:

	1846. Prc.	1846. pr. Hect. Kil.	1847. Prc.	1847. pr. Hect. Kil.	1848. Prc.	1848. pr. Hect. Kil.	1849. Prc.	1849. pr. Hect. Kil.	Im Durchschnitt Prc.	Im Durchschnitt pr. Hect. Kil.
Nr. 1.	16,5	1812	16,5	2718	16,4	2251	16,5	2869	16,5	2413
„ 2.	18,9	2075	23,6	4102	16,5	2234	24,9	4830	20,9	3310
„ 3.	18,8	2546	22,3	3836	23,6	4276	22,3	2897	21,7	3389
„ 4.	16,5	1993	18,8	3406	22,3	3877	22,4	3853	20,0	3282
„ 5.	18,8	1823	21,1	2973	21,1	2355	23,6	3628	21,1	2695
„ 6.	16,6	2096	16,6	2339	18,9	2975	20,1	3936	18,0	2836
„ 7.	16,4	2131	22,4	4058	18,9	2455	23,5	3612	20,3	3064
„ 8.	18,9	2179	15,5	3007	21,1	4209	22,3	3428	19,9	3206
„ 9.	16,6	2035	16,5	3352	21,1	3746	16,3	2148	17,6	2820
„ 10.	16,5	1933	18,8	3200	21,1	2512	21,1	2201	19,4	2462
„ 11.	18,8	1961	21,0	2998	21,1	2549	21,1	2626	20,5	2539
„ 12.	16,4	1771	16,5	2806	21,2	3637	23,6	2850	19,4	2767
„ 13.	16,5	2053	18,9	3563	18,8	3612	24,9	5104	19,8	3583
„ 14.	16,3	2178	16,3	2446	18,8	3716	16,4	2941	16,9	2820
Mittel	17,3	2042	18,9	3200	20,0	3100	21,3	3352	19,4	2942

Es haben also 8 Sorten höhere Erträge an Kartoffeln geliefert als den Durchschnittsertrag und 6 Sorten übertreffen den letzteren in ihren auf die Fläche eines Hectar berechneten Erträgen an Stärke. Diese Sorten folgen hier auf einander in der Ordnung, wie sie an Ertragsfähigkeit abnehmen:

Nach dem Ertrag an Kartoffeln.

1. Frankenfelder Brennkartoffel.
2. Laasniger Futterkartoffel.
3. Rothe Eselbacks new.
4. Daly's wonder.
5. Browns fancy.
6. Lancashire pinch.
7. Early white kidney.
8. Blaßrothe Conaught.

Nach dem Ertrag an Stärkmehl.

1. Frankenfelder Brennkartoffel.
2. Early white kidney.
3. Blaßrothe Conaught.
4. Rothe Eselbacks new.
5. Browns fancy.
6. Weiße Lumpers.

Es ist bemerkenswerth, daß der procentische Gehalt an Stärke im Durchschnitt aller Varietäten mit jedem Jahre deutlich sich erhöht hat; hieraus und aus dem Umstande, daß die in Frankenfelde seit sehr langer Zeit gebaute Brennkartoffel entschieden die höchsten Erträge geliefert hat, ergibt sich, daß die vorhandenen Boden- und klimatischen Verhältnisse der Kultur der Kartoffeln sehr günstig waren. Bei einzelnen Varietäten bemerkt man in den verschiedenen Jahrgängen Abweichungen im Gehalte an Stärkemehl, deren Ursache nicht klar ist.

Aehnliche Kulturversuche sind auch von Schober in Tharand angestellt worden, zu welchen Stöckhardt die nöthigen Stärkemehlbestimmungen geliefert hat. Ich gebe hier zunächst die von Schober mitgetheilten Versuchsresultate, welche auch Bestimmungen enthalten über die procentische Menge der bei jeder Sorte in dem betreffenden Jahre erkrankten Kartoffeln:

	1852. Gesammtertrag. Kil.	Hierin kranke. Prc.	1851. Gesammtertrag. Kil.	Hierin kranke. Prc.	1850. Gesammtertrag. Kil.
1. Zwiebelkartoffel, Saatgut 1852 von Bräunsdorf	12368	—	—	—	—
2. Zwiebelkartoffel, ebendaher 1851, einmal in Tharand gebaut	11858	1,06	20009	43,59	—
3. Desgl., Saatgut von Bräunsdorf 1850 und zweimal gebaut	11169	2,28	13949	26,87	20043
4. Märkische rothe Kartoffel	9945	2,57	9690	46,05	17901
5. Große weiße Folgengutskartoffel	9563	13,34	8135	61,13	18513
6. Nierenkartoffel	8160	14,06	11144	19,45	16065
7. Lerchenkartoffel	7650	15,00	7268	28,07	11475
8. Maikartoffel	7395	6,90	8670	5,87	9180
9. Gute weiße Kartoffel	8925	20,00	8543	44,77	9945
10. Blau marmorirte Kartoffel	8415	4,55	8543	22,98	15759
11. Ungarische Kartoffel	8288	43,08	12240	26,67	—
12. Rothe englische Kartoffel	9563	14,21	11475	41,11	—
13. Amerikanische Kartoffel	9346	21,69	9690	43,42	—
14. Farinose	12750	31,00	—	—	—
	9662	12,20	10780	33,13	14860

In diesen Ernten verschiedener Jahrgänge war an Trockensubstanz und Stärkemehl enthalten:

	1852.		1851.		1850.	
	Trocken-substanz.	Stärke.	Trocken-substanz.	Stärke.	Stärke.	Mittel.
Nr. 1.	28,5	21,4	—	—	—	23,9
„ 2.	29,3	21,3	31,9	23,9	—	21,4
„ 3.	28,2	21,2	27,7	21,5	26,5	21,3
„ 4.	25,2	18,2	24,5	19,0	22,8	20,0
„ 5.	25,0	17,7	23,1	17,2	20,1	18,3
„ 6.	23,5	16,7	25,8	20,0	23,8	20,2
„ 7.	24,3	16,9	24,5	18,6	22,5	19,3
„ 8.	24,5	17,5	21,3	14,6	21,4	17,8
„ 9.	24,6	17,8	21,5	14,7	17,7	16,7
„ 10.	24,4	17,6	21,9	15,5	20,0	17,7
„ 11.	25,3	18,0	24,3	18,3	—	18,1
„ 12.	25,0	18,5	28,2	22,3	—	20,4
„ 13.	24,8	18,4	25,3	19,4	—	18,9
„ 14.	23,6	16,5	—	—	—	16,5
Mittel	25,44	18,41	25,00	18,75	21,85	19,31

Der Boden, in dem die Kultur stattfand, war ein schwerer, bindiger Thonschieferboden, die Lage kalt. Unter diesen ungünstigen Verhältnissen bemerkt man in der Ertragsfähigkeit und namentlich in der Güte der angebauten Kartoffelsorten von Jahr zu Jahr eine deutliche Abnahme; über mittlerer Güte hat nach dreijährigem Anbau sich nur die Nierenkartoffel, die rothe englische und ganz besonders die Zwiebelkartoffel erhalten. Die Ertragsfähigkeit und die Güte der Zwiebelkartoffel nimmt ebenfalls wie die der übrigen Sorten schnell ab, hält sich aber doch noch längere Zeit hindurch auf einer solchen Stufe, daß deren Kultur mehrere Jahre hindurch vor allen anderen Sorten als eine besonders lohnende erscheint, wozu noch kommt, daß diese Sorte der Kartoffelkrankheit weniger wie irgend eine andere ausgesetzt ist. Jedenfalls ergibt sich aber aus den hier vorliegenden Versuchen, daß unter so ungünstigen Boden- und klimatischen Verhältnissen ein häufiger Samenwechsel stattfinden muß, daß man alle 2 oder 3 Jahre aus Gegenden, wo die betreffende Sorte constant eine hohe Ertragsfähigkeit und Güte behauptet, dieselbe zu beziehen hat, wenn man fortdauernd gute und reichliche Ernten zu erzielen wünscht.

Aehnliche Kulturversuche, auf Großkmehlen bei Ortrand angestellt, mögen hier noch nebst den von Stöckhardt veranlaßten Stärkebestimmungen Erwähnung finden. Der Boden war ein leichter lehmiger Sandboden, der sehr stark mit Stallmist und Guano gedüngt worden war.

	Ertrag pro Hectar. 1852.	davon krank.	1851.	Stärkegehalt. 1852.	1851.
	Kil.	Prc.	Kil.	Prc.	Prc.
1. Rothe Zwiebeln, von Bräunsdorf . .	37050	0,4	—	21,0	—
2. Desgl., einmal gebaut	29250	0,4	27320	20,0	22,0
3. Rothe Zwiebeln von Linz, einmal gebaut	27700	0,7	22160	20,2	21,6
4. Rothe Zwiebeln (?) mit gelbem Fleisch .	30960	—	27460	19,0	18,8
5. Rothe gewöhnliche Kartoffel	25530	0,6	24100	17,6	17,3
6. Weiße Kartoffel von Löschau	23390	8,4	23900	16,4	17,5
7. Desgl. von Großkmehlen	23060	20,0	20700	19,0	19,5
8. Blaue ebendaher	20423	0,8	20200	13,5	16,9
9. Blaue von Merschwitz	33930	—	—	16,4	—
10. Blaue mecklenburger Eisenkartoffel . .	28160	1,2	—	16,0	—

Diese Versuche beweisen die Vortheile eines öfteren Samenwechsels und zeigen zugleich, bis zu welcher enormen Höhe der Ertrag der Kartoffel durch eine reichliche und schnell wirkende Düngung unter sonst günstigen Verhältnissen gesteigert werden kann.

Um den Einfluß verschiedener Bodenarten, Kultur- und klimatischen Verhältnisse auf den Ertrag und die Güte einzelner Kartoffelsorten zu prüfen, hat Stöckhardt im Jahre 1851 eine Versuchsreihe eingeleitet, deren Resultate im Folgenden zusammengestellt sind:

Versuchsort.	Boden.	Höhe über dem Meere. Fuß.	Düngung.	Kranke Kartoffel. Prc.
1. Hainsberg . .	Rothliegender Boden, mager u. schuttig .	800	Reichliche Düngung mit Stallmist, Frühjahr.	54
2. Colmitz . . .	Gneisb., sand. Lehm .	1000	Keine Düngung . .	48
3. Hintergersdorf .	Thon- und Porphyrboden, träger sandiger Thonboden .	900	Reichliche Mistdüngung, Frühjahr	39
4. Zuschendorf . .	Angeschwemmter Boden, mager sandiger Lehm	500	Mistdüngung, Frühjahr	17
5. Sommsdorf .	Gneisb., schwerer Lehm	950	Halbe Mistdüng., Herbst	2
6. Seußlitz . .	Aueboden, tiefer Lehm	300	Ganze Düngung mit Schafmist, Herbst .	0
7. Großkmehlen .	Angeschwemmter Boden, lehmiger Sand . .	300	Halbe Mistdng., Frühj.	?

Ob das Unterbringen des Düngers im Herbste mit dem geringen Verhältnisse an kranken Kartoffeln bei den Versuchen 5 und 6 in ursächlichem Zusammenhange steht, darüber müssen weitere Versuche entscheiden. Die Versuche selbst betreffen überall gleichmäßig drei verschiedene Sorten, nämlich

die rothe Zwiebelkartoffel, die große weiße Folgengutskartoffel und die blau marmorirte Kartoffel, die sämmtlich im Jahre 1850 auf dem akademischen Folgengute bei Tharand gewachsen und von hier aus an die verschiedenen Versuchsorte gesendet worden waren.

	Zwiebelkartoffel.			Folgengutskartoffel.			Blau marmorirte Kartoffel.		
	Ertrag pr. Hect. Kil.	Trockensubstanz. Prc.	Stärkmehl. Prc.	Ertrag pr. Hect. Kil.	Trockensubstanz. Prc.	Stärkmehl. Prc.	Ertrag pr. Hect. Kil.	Trockensubstanz. Prc.	Stärkmehl. Prc.
1.	18207	27,2	21,2	10710	24,2	18,4	12240	22,5	[illegible]
2.	14535	27,4	21,2	8568	26,0	19,3	8568	22,6	[illegible]
3.	18949	27,7	21,5	8135	23,1	17,2	8543	21,9	[illegible]
4.	11475	27,6	21,0	7191	21,2	15,0	4284	24,7	[illegible]
5.	32895	26,9	21,1	27234	24,0	18,8	34425	23,9	[illegible]
6.	20655	29,7	23,0	16983	25,4	18,6	15300	23,4	[illegible]
7.	28611	28,0	22,1	—	—	—	—	—	—

Das Jahr 1851 war in Folge der naßkalten Witterung der Verbreitung der Kartoffelkrankheit sehr günstig; die kranken Kartoffeln berechnen sich im Durchschnitt der vergleichbaren Versuche

bei den Zwiebelkartoffeln . . . . auf 23,6 Prc.
„ „ Folgengutskartoffeln . . . . „ 46,6 „
„ „ blau marmorirten Kartoffeln . . . . „ 36,4 „

Stöckhardt bemerkt zu diesen Versuchsresultaten: die Zwiebelkartoffeln haben ihre drei vortrefflichen Eigenschaften: hohe Ertragsfähigkeit, reichen Gehalt an Trockensubstanz und Stärke und geringere Anlage zum Krankwerden auch unter den ungünstigen Witterungsverhältnissen des Jahres 1851 und in der verschiedensten Lage und den verschiedensten Bodenarten auf das glänzendste bewährt. Der Anbau dieser Kartoffelsorte kann allen Landwirthen, welche dieselbe noch nicht kultiviren, nicht dringend genug empfohlen werden.

Die genannten guten Eigenschaften der rothen Zwiebelkartoffel mit weißem Fleisch haben sich nach zahlreichen Beobachtungen in Sachsen unter allen Witterungs-, Boden- und klimatischen Verhältnissen bewährt, wie sich aus den folgenden Mittheilungen Stöckhardt's über den procentischen Stärkegehalt in verschiedenen Jahrgängen ergibt.

	Bodenbeschaffenheit.	Stärkegehalt in Procenten. 1855.	1854.	1853.	18[illegible]
1. Bräunsdorf, Guano . . .	sandiger Lehm . .	22,9	—	—	[illegible]
Desgl., Stallmist	schwerer Thon . .	20,1	20,0	21,2	[illegible]
2. Colmnitz, Guano	sandiger Lehm . .	24,0	—	22,6	—
Desgl., Stallmist	desgl. . .	—	21,2	21,1	[illegible]
3. Langenrinne	desgl. . .	22,0	—	—	[illegible]
4. Kleinopitz	kräftiger Lehm . .	22,1	24,2	22,5	[illegible]

	Bodenbeschaffenheit.	Stärkegehalt in Procenten. 1855.	1854.	1853.	1852.
5. Sommsdorf	kräftiger Lehm .	23,0	20,1	—	—
6. Akademisches Gut bei Tharand. Stallmist, Saatgut 1853 von Bräunsdorf	schwerer Thon .	22,0	21,3	—	—
Desgl. 1852 „	desgl. .	21,1	21,0	22,9	—
„ 1851 „	desgl. .	20,8	19,2	22,8	21,3
„ 1850 „	desgl. .	—	18,5	22,1	21,2
7. Versuchsgarten, Tharand, Guano	leichter Thalboden .	23,4	20,3	21,3	—
Desgl., ungedüngt . . .	desgl.	22,5	—	—	—
8. Großkmehlen, Guano . . .	sandiger Lehm . .	24,0	—	—	—
Desgl., Stallmist . . .	lehmiger Sand . .	21,6	—	—	—
9. Schmerkendorf, 2. Tracht . .	lehmiger Sand . .	24,1	—	—	—
10. Gönnsdorf, Stallmist . . .	Lehmboden . . .	21,9	—	—	—
11. Börnchen	desgl.	23,1	—	—	—
12. Desgl., Feld seit 10 Jahren nur mit Guano gedüngt	desgl.	23,6	—	—	—

Diesen Untersuchungen will ich hier, ebenfalls nach Stöckhardt, die Erträge an Kartoffeln beifügen, welche im J. 1855 an verschiedenen Orten unter dem Einfluß stickstoffreicher Düngmittel erzielt wurden, in einem Jahre, welches der Wirkung der Stickstoffverbindungen auf das Wachsthum der Kartoffeln besonders günstig zu sein schien.

	Menge des Düngers pr. Hectare.	Mehrerträge durch 1 Kil. Stickstoff im Dünger.	1 Kil. d. Düngers.
	Kil.	Kil.	Kil.
Chilisalpeter	137	280	40
Schwefelsaures Ammoniak	137	220	37
Hefe, trocken berechnet	274	245	19,5
Guano in Lehnhaus, Höheboden	185	250	30
Desgleichen in Tharand	185	190	23
Guano in Irfersgrün	274	175	21
Desgl. in Planitz	366	160	19
Desgl. in Obstorf	412	75	9
Desgl. in Mauer, Aueboden	366	34	4,1
Extrafeines Knochenmehl	422	280	13
Feines Knochenmehl	366	200	9
Mittleres Knochenmehl	366	140	6,3
Gewöhnliches Knochenmehl	422	73	3,3
Blutdünger	575	260	10
Zerfaserte Lumpen	550	20	2
Zerfasertes Leder	550	—	—

Die älteren Kartoffelanalysen sind namentlich aus dem Grunde unbrauchbar, weil die Bestimmungen der Holzfaser und Stärke in Folge der Anwendung einer mangelhaften analytischen Methode unrichtig sind. Neuere

und ausführliche Untersuchungen über die wechselnden Verhältnisse der näheren Bestandtheile in der Kartoffel sind gerade hier fast noch weniger vorhanden als bei irgend einer anderen Frucht. Daß die Kartoffelernten nach Quantität und Qualität durch äußere Verhältnisse außerordentlich modificirt werden, ist eine längst bekannte Thatsache; in welcher Weise aber und bis zu welchem Grade sich diese äußeren Einflüsse geltend machen, kann noch nicht einmal mit Genauigkeit nachgewiesen werden. Trommer bemerkt, daß nach seinen zahlreichen Untersuchungen die Quantität des Stärkemehles zwischen 14 und 27 Prc. wechselt. Den größten Gehalt an Stärkemehl zeigte stets diejenige Sorte Kartoffeln, welche in der Umgegend von Eldena zur Brennerei und zur Nahrung für das Vieh allgemein angebaut wird; die Kartoffeln besitzen eine röthliche Farbe und sind sehr lohnend. Doch schwankt auch hier der Stärkegehalt je nach der Größe der Kartoffeln, nach der Witterung und besonders nach dem Boden. So fand Trommer in diesen Kartoffeln, welche auf einem lehmigen Sandboden und auf einem Sandboden gewonnen waren, durchschnittlich 26 Prc. Stärkemehl; doch nahm bei den kleinsten Kartoffeln der Stärkegehalt bis auf 23 Prc. ab. Hohe Kultur des lehmigen Sandbodens und viel Dung, sowie öftere Wiederkehr in der Rotation beeinträchtigt stets den Stärkegehalt der Kartoffeln, wenn auch andererseits der Ertrag ein höherer wird. Der fruchtbare Boden des Oderbruchs producirt dieselbe Kartoffel mit einem viel geringeren Stärkegehalt, nämlich nur 17 bis 20 Prc.; doch haben hier Witterungsverhältnisse einen entschiedenen Einfluß, indem bei trockner Witterung der Stärkegehalt der Bruchkartoffeln dem der Höhekartoffeln gleich kommt. Dieser humusreiche Thonboden bringt auch im Verhältniß zum Sandboden sehr große Kartoffeln hervor, deren Stärkegehalt jedoch geringer ist, als der der Kartoffeln von mittlerer Größe desselben Bodens. Dieser Unterschied des Stärkegehalts, durch die Größe der Kartoffeln erzeugt, verschwindet, jemehr sich der Boden dem Sandboden oder dem lehmigen Sandboden nähert, so daß in den Kartoffeln von letzteren Bodenarten der Stärkegehalt mit ihrer Größe zunimmt.

Eine von Häcker in Ungarisch-Altenburg im Winter 1852/53 ausgeführte chemische Untersuchung betraf die folgenden Kartoffelsorten: 1. Reiskartoffel, 2. Sechswochenkartoffel, 3. englische Spargelkartoffel, 4. rothblaue marmorirte Kartoffel, 5. neue gelbe Chilikartoffel und 6. weiß-rothe Chilikartoffel.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Stärke	17,7	17,5	20,9	18,1	15,7	19,9
Faser	2,4		2,9		1,8	1,7
Eiweiß	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	1,0
Dextrin, Zucker, Asche rc.	2,8	1,8	2,6	3,0	3,3	3,5
Wasser	75,5	79,9	73,0	78,0	79,0	73,6
	99,3	100,1	100,2	99,9	100,5	99,6
Ertrag pro Hectar in Kil.	12420	—	6980	—	10400	5600

Horsford und Krocker untersuchten zwei Kartoffelsorten aus der Umgegend von Gießen und fanden:

	Wasser.	Proteïn.	Stärke.	Asche.
Weiße Kartoffel	74,95	2,49	18,06	0,90
Blaue Kartoffel	68,91	2,37	23,00	1,04

Eine blaßrothe Zwiebelkartoffel, welche seit etwa 7 bis 8 Jahren in Möckern bei Leipzig gebaut worden war und in einem schweren und nassen Boden ihre ursprüngliche Güte und Ertragsfähigkeit schon seit einigen Jahren ziemlich verloren hatte, zeigte 1851 und 1852 die folgende Zusammensetzung (1 u. 2); die Weißenfelser und Meklenburger weiße Kartoffel (3 u. 4) wurde 1854 von Ritthausen, die gelbfleischige Zwiebelkartoffel in kleinen (5) und größeren (6) Exemplaren von Hellriegel untersucht.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Wasser	76,94	77,69	75,77	78,30	73,81	71,28
Asche	1,03	1,13	1,35	1,08	1,01	0,98
Proteïnsubstanz	3,56	2,81	2,40	1,87	0,99	1,43
Dextrin, Zucker rc.		17,30	20,10	18,44	3,13	4,66
Stärke	17,15				18,33	19,21
Holzfaser	1,32	1,07	0,38	0,31	2,73	2,44

Aus allen in diesem Kapitel erwähnten Versuchen und Untersuchungen ergibt sich mit großer Klarheit, daß die Bedingungen, unter welchen die Kartoffel reichliche und selbst unter ihrer Kultur nicht ganz günstigen Verhältnissen der Qualität nach gute Ernten liefert, noch sehr wenig bekannt sind, wenigstens daß unsere Kenntnisse in dieser Hinsicht noch durchaus aller wissenschaftlichen Schärfe und Begründung entbehren. Und doch fordert einerseits die hohe Bedeutung, welche die Kartoffel als Nahrungsmittel gewonnen hat, auf, gerade diese Frucht zum Gegenstande sorgfältiger und umfassender Beobachtungen zu wählen, während andererseits die seit einem Decennium alljährlich verheerend auftretende Kartoffelkrankheit mit allem Ernste daran mahnt, geeignete Mittel zur Verhütung oder Verminderung dieser Calamität anzuwenden. Die Trockenfäule der Kartoffel ist nicht als eine unabweisbare Nothwendigkeit zu betrachten; wie jede Erscheinung in dem weiten Bereiche

der Natur muß auch sie ihre natürliche Ursache haben. Diese Ursache zu gründen, ist die Aufgabe der Wissenschaft; der Weg, den wir zu diesem einzuschlagen haben und der uns sicherlich zum Ziele führen wird, kann der Weg des Versuches und der chemischen Analyse sein. Fast jede Erscheinung auf dem Gebiete der Landwirthschaft ist bedingt durch das Zusammenwirken vielfacher Ursachen; auch das Auftreten der Kartoffelkrankheit wird nicht die Folge einer einzigen Ursache sein; weder das Vorkommen noch Mangel einer bestimmten Substanz im Boden oder in der Luft, weder vorherrschend trockne, noch nasse Witterung oder der elektrische Zustand der Atmosphäre, weder alte noch frische, weder schnell noch langsam wirkende Düngung, weder die Bearbeitung des Bodens vor und nach der Saat, die Auswahl oder die Behandlung des Samens wird für sich allein als Ursache jener Krankheit oder als Mittel, die Ausbreitung derselben zu verhindern, betrachtet werden können. Der krankhafte Zustand der Kartoffel ist wahrscheinlich zunächst hervorgerufen durch die nachlässige Behandlung, welche dieser in früherer Zeit so überaus dankbaren Frucht zukommen ließ, namentlich indem man zur Aussaat kleine, schlechte und unreife Knollen benutzte, oft bereits ausgeartete Sorten anbaute, also nicht für öfteren Samenwechsel aus solchen Gegenden und Bodenarten Sorge trug, welche die Kultur und die gesunde Entwickelung der Kartoffel im höheren Grade begünstigen. Unter solchen Verhältnissen mußte die Empfänglichkeit der Kartoffel für die Krankheit mit jedem Jahre eine größere werden, und die Erkrankung endlich selbst eintreten, vielleicht begünstigt durch eigenthümliche Witterungsverhältnisse. Wenn aber in der Kultur selbst und in der Auswahl des Samens die Hauptursache des Erkrankens der Kartoffel liegt, so wird man auch über die Mittel nicht unschlüssig sein können, welche geeignet sind, reichliche und gesunde Ernten zu sichern. Jeder intelligente Praktiker, der nicht im alten Schlendrian seine Wirthschaft forttreibt und nicht vor jeglicher außergewöhnlichen Mühe und Unbequemlichkeit zurückschreckt, weiß sehr gut, daß es schon jetzt manche bewährte Mittel gibt, deren Anwendung die Kartoffelkrankheit, wenn auch nicht gänzlich beseitigen, doch im hohen Grade deren Ausbreitung verhindern kann. Diese Mittel lassen sich kurz mit folgenden Worten andeuten: Anbau solcher Sorten, die der Krankheit erfahrungsmäßig am meisten zu widerstehen vermögen; häufiger Samenwechsel aus Gegenden, wo klimatische und namentlich Bodenverhältnisse das Gedeihen der Kartoffel begünstigen; Auswahl von gesunden, mittelgroßen, nicht ausgekeimten, völlig reifen Knollen zum Samen; Abwelken der Samenkartoffeln an einem luftigen Orte und vielleicht schnelles Austrocknen bei etwas erhöhter Temperatur; ferner sorgfältige und möglichst tiefe Bearbeitung des Bodens im Herbste, damit im Frühjahr die Saat mit

zeitig erfolgen kann, sobald der Boden abgetrocknet ist und hinreichend sich erwärmt hat; Wahl eines in alter Kraft, womöglich im zweiten Jahre der Düngung befindlichen Bodens oder wenigstens Aufbringung und Unterackern des frischen Düngers im Herbste, nicht im Frühjahr; Beschleunigung der Vegetation durch flaches Legen der Kartoffeln und sorgfältige Reinigung und Lockerung des Bodens sofort nach dem Aufgehen der Pflanzen bis zu der Zeit, wo dieselben den Boden beschatten und die Entwickelung und Ausbildung der Wurzelknollen begonnen hat. Wenn man außer der Beobachtung dieser Vorsichtsmaßregeln noch den am meisten für die Kultur der Kartoffel geeigneten, womöglich einen lehmig sandigen Boden auswählt, so wird man gewiß in jedem Jahre wenigstens so viele gesunde und vollkommen entwickelte Knollen erbauen, daß diese im nächsten Jahre zur Saat genügen und alsdann auch bei einer etwas weniger sorgfältigen Kultur noch reichliche und gute Ernten liefern werden.

Es ist wahrscheinlich, daß jede Kartoffelsorte, je nach ihrer Beschaffenheit und namentlich je nachdem sie eine kurze, lange und mittlere Vegetationsperiode hat, auch vor der Saat oder während des Wachsthums der Pflanze auf eine besondere Weise behandelt werden muß, um gute Erträge zu liefern. Einige beobachtende Landwirthe haben wenigstens in dieser Hinsicht gewisse Kulturmethoden bewährt gefunden, die meistens freilich nicht sich wissenschaftlich begründen lassen, die aber beachtenswerthe Winke geben können bei der Anordnung und Durchführung umfassender Versuchsreihen. Genaue und zahlreiche Versuche, in Verbindung mit den nöthigen chemischen Analysen und meteorologischen Beobachtungen, gewähren uns einzig und allein die erforderlichen Grundlagen zur Lösung aller praktisch wichtigen Fragen. Wie die Versuche in dem vorliegenden speciellen Falle anzustellen sein möchten, darüber kann man nicht in Zweifel sein. Die Versuche müssen eine dreifache Richtung verfolgen: 1. sind möglichst viele Varietäten unter gleichen Boden-, Düngungs-, Kultur-, klimatischen und Witterungsverhältnissen auf ihre Ertragsfähigkeit zu prüfen und zu untersuchen, wie Quantität und Qualität der Ernten in verschiedenen Jahrgängen, also unter abweichenden Witterungsverhältnissen sich gestalten; 2. müssen einzelne bewährte Sorten unter verschiedenen klimatischen und Bodenverhältnissen, also in verschiedenen Gegenden gleichzeitig angebaut werden; endlich 3. hat man den Einfluß einer abweichenden Behandlung der Saatknollen, verschiedener Kultur- und Bestellungsmethoden, einzelner einfacher oder zusammengesetzter Düngmittel und der Behandlungsweise der Pflanzen während deren Vegetation auf die Quantität und Qualität der Ernten zu untersuchen. Vereinzelte Versuche und Untersuchungen vergrößern meistens nur die herrschende Verwirrung der Ansichten;

zahlreiche, gleichzeitig angestellte, systematisch nach allen Richtungen hin [illegible]
folgte Beobachtungen sind geeignet die Wahrheit zu ergründen und der [illegible]
unendlich große Vortheile zu gewähren.

Der Thätigkeit Ritthausen's in Möckern verdanken wir zahlreiche
Beobachtungen über die Menge und Beschaffenheit der Destillations-
rückstände von der Spiritus-Fabrikation aus Kartoffeln,
der Kartoffelschlempe, welche bekanntlich als ausgezeichnetes Futter-
mittel von den Landwirthen sehr geschätzt wird. Die Versuche wurden [illegible]
nach einem kleinen Maßstab angestellt, aber mit solcher Genauigkeit, daß die
Resultate auch auf den Betrieb im Großen anwendbar sind.

Nr. d. Versuches.	1. Gewicht der Kart.			2. Gesammt-trocken-subst.	3. Gew. der Maische.	4. Trocken-subst. u. Wasser.	5. Ausge-gohrne Maische.	6. Schlempe.	7. Wasser-aufnahme*). b. d. Destillat.	8. Trocken-subst. der Schlempe.	9. [illegible]
	Kart.	Malz.	Hefe.								
	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.	.	Pfd.	Pfd.	Prc.	Prc.	[illegible]
1.	40	5	0,5	12,4	—	—	—	—	—	—	—
2.	do.	do.	do.	do.	65	1:4,3	59,4	76,8	—	5,81	[illegible]
3.	36	5	0,4	11,35	73,6	1:5,5	69,0	86,7	25,6	4,83	[illegible]
4.	do.	do.	do.	do.	79	1:5,9	74,0	91,4	23,5	4,87	[illegible]
5.	30	3,8	0,2	9,3	63,4	1:5,8	59,2	78,2	—	4,13	[illegible]
6.	30	3	0,2	8,9	64,1	1:6,2	59,8	76,9	28,6	4,24	[illegible]
7.	30	3	0,2	8,9	67,9	1:6,8	63,7	86,8	—	4,01	[illegible]
8.	30	3	0,2	8,9	75,8	1:7,5	72,1	90,8	26,0	4,07	[illegible]
9.	30	2	0,2	8,8	72,1	1:7,2	67,8	85,3	25,8	4,09	[illegible]
10.	30	2	0,2	8,35	59,7	1:6,1	56,0	71,3	27,3	3,61	[illegible]
11.	30	2	0,2	8,35	55,2	1:5,6	51,5	72,6	—	3,81	[illegible]
12.	50	3,3	0,2	14,33	83,6	1:4,8	76,8	97,0	26,3	5,84	[illegible]
13.	50	3,3	0,2	14,33	84,7	1:4,9	77,9	99,4	27,1	5,93	[illegible]

Man kann die Mittel aus den Versuchen, 44 Prc. für die in der Schlempe
verbleibenden Substanzen und 56 Prc. für die zersetzten, als allgemeine
Mittelwerthe betrachten, d. h. als solche, welche der Spiritusfabrikation im
Großen in sehr vielen Fällen entsprechen; unter sehr günstigen Umständen
werden wohl auch 60 Prc. zersetzt, nicht selten jedoch möchte die Ausnutzung
des Maischmaterials geringer sein. Bei einer Ausnutzung von 56 Prc.
werden aus 100 Pfd. Kartoffeln und 6 Pfd. Malz (erstere mit 25 Prc.,
letzteres mit 90 Prc. Trockensubstanz) 8,68 Pfd. absoluter Alkohol gewonnen;
man betrachtet aber eine Ausbeute von 8,5 Pfd. als sehr zufriedenstellend.
Mit den nach den Resultaten der Versuche mitgetheilten Zahlenwerthen läßt
sich nicht nur die Quantität der Schlempe, sondern auch deren Gehalt an
Trockensubstanz bei einem guten Betriebe der Brennerei sehr genau berechnen.

*) Die Gewichtsvermehrung, welche bei dem Abdestilliren der Maische mit Wasserdämpfen stattfindet,
ist in der Tabelle in Procenten von dem Gewicht der ausgegohrenen Maische ausgedrückt.

Als Beispiel mögen die Berechnungen für die verschiedenen Concentrationsverhältnisse der Maischen von 100 Pfd. Kartoffeln und 6 Pfd. Malz dienen. Die gesammte Trockensubstanz beträgt 30,5 Pfd.; bei 56 Prc. Ausnutzung gehen 13,5 Pfd. Bestandtheile in die Schlempe.

Concentrationsverhältniß.	Gewicht der Maische. Pfd.	Gewicht der Schlempe. Pfd.	Trockensubstanz der Schlempe. Prc.
1:7	244,0	285	4,74
1:6	213,5	248	5,40
1:5	183,0	221	6,10
1:4	152,5	173	7,80
1:3	122,0	136	9,92

Die procentische Zusammensetzung der frischen und trocknen Schlempe wurde in den verschiedenen Versuchen von Ritthausen durch die chemische Analyse ermittelt:

Nr. des Versuches.	Frische Schlempe. Asche.	Holzfaser.	Proteïnsubstanz.	Uebrige Nährstoffe.	Wasser.	Trockensubstanz der Schlempe. Asche.	Holzfaser.	Proteïnsubstanz.	Uebrige Nährst.
1.	0,547	0,362	1,156	3,535	94,400	9,78	6,39	20,65	63,18
3.	0,534	0,451	0,874	3,407	94,734	10,14	8,57	16,60	64,94
4.	0,549	0,359	1,098	3,317	94,677	10,31	6,74	20,66	62,29
5.	0,660	0,468	1,168	3,129	94,575	10,32	8,59	21,43	59,66
6.	0,597	0,509	1,141	3,227	94,526	10,92	9,30	20,48	59,30
7.	0,479	0,512	0,972	2,654	95,383	10,38	11,09	21,06	57,47
8.	0,524	0,456	0,750	2,760	95,520	11,70	10,18	17,41	60,71
9.	0,525	0,466	0,892	2,827	95,290	11,14	9,88	19,24	59,74
10.	0,614	0,437	0,889	2,830	94,930	12,12	14,53	17,53	55,82
11.	0,598	0,802	0,980	2,870	94,750	11,39	15,28	18,67	54,66
12.	0,721	0,916	1,260	3,113	93,980	11,98	15,22	20,93	51,87
13.	0,716	0,972	1,254	3,028	94,030	11,99	16,28	21,02	50,71
Mittel	0,589	0,559	1,036	3,058	94,758	11,10	11,00	19,60	58,30

Zu den Versuchen 1 bis 10 wurde eine weiße Speisekartoffel verarbeitet, deren Name unbekannt war; sie enthielt 24,23 Prc. Trockensubstanz und hatte ein durchschnittliches Gewicht von 60 Grm. pro Stück; zu den Versuchen 11 bis 13 diente die rothe Zwiebelkartoffel mit 25,4 Prc. Trockensubstanz.

2. Der Topinambur.

Diese seit sehr langer Zeit kultivirte Pflanze hat ungeachtet der hohen Erträge, welche sie selbst auf geringem Boden liefert, bisher in Deutschland noch nicht eine weite Verbreitung finden können; nur in den südlicheren Staaten Deutschlands wird sie in größerer Ausdehnung angebaut und hier sind Blätter und Knollen als treffliches Futtermittel für Rindvieh, Schafe und Pferde sehr geschätzt. Schwerz gibt den mittleren Ertrag an Blättern

zu 7500 Kil. vom Hectar an; an Knollen werden auf einer gleichen Fläche in einem geringen Sandboden im Mittel 10500 Kil., im besten Boden gegen 25500 Kil., ja nach Boussingault in günstigen Jahrgängen sogar bis 35000 Kil. geerntet, ein Ertrag an nutzbaren Futterstoffen, wie ihn kaum irgend eine andere Kulturpflanze liefert und allerdings zu einem erweiterten Anbau aufzufordern scheint.

An Trockensubstanz fand Braconnot 22,95 Prc., Payen [illegible], Häcker 21,25 und Trommer nur 13 Prc. in den Knollen des Topinambur; nach dem zuletzt genannten Chemiker enthalten dieselben 2 Prc. Inulin und 6 Prc. Zucker, während man in Frankreich die Knollen von folgender Zusammensetzung gefunden hat:

Wasser	76,04 Prc.
Traubenzucker und andere zuckerartige Substanzen	14,70 „
Stickstoffhaltige Substanz	3,12 „
Holzfaser	1,50 „
Inulin	1,86 „
Pectin und Pectinsäure	1,12 „
Asche	1,29 „
Fettsubstanzen	0,37 „

Boussingault's Bestimmung ergab in den getrockneten Knollen 1,6 Prc. Stickstoff oder 10 Prc. eiweißartige Substanz, also in den frischen Knollen reichlich 2 Prc.

3. Die Futterrunkelrübe.

Der Anbau der Runkelrübe als Ersatzmittel für die seit einigen Jahren fehlschlagenden Kartoffeln bei der Viehfütterung ist in neuerer Zeit an vielen Orten beträchtlich ausgedehnt worden. Gleichwohl fehlt es gegenwärtig noch fast vollständig an genauen Versuchen über die Ertragsfähigkeit der verschiedenen Varietäten und über den Einfluß einer abweichenden Düngung und Bestellungsweise auf die Ergebnisse der Ernte, welcher Einfluß gerade bei dieser Pflanze sehr deutlich sich zu erkennen gibt. Der Ertrag der Runkelrübe an Wurzeln kann bei reichlicher Düngung und sorgfältiger Kultur ein außerordentlich hoher sein und pro Hectar recht gut bis 70000 und selbst 80000 Kil. sich erheben; im Mittel kann man annehmen, daß etwa 40000 Kil. geerntet werden; das Gewicht der Blätter beträgt im letzteren Falle 10 bis 12000 Kil.

In vielen Gegenden, namentlich in Norddeutschland, ist die Sitte allgemein verbreitet, daß man von Mitte August an die sich niederlegenden und verwelkenden Blätter der Runkelrüben abbricht und als Viehfutter verwendet.

Dieses sogenannte Blatten hat auf die Ausbildung der Wurzel jedenfalls keinen nachtheiligen Einfluß, wenn dasselbe auf die Entfernung der bereits abgestorbenen Blätter beschränkt bleibt; es ist aber nicht zu vermeiden, daß zu gleicher Zeit eine große Menge der noch lebenskräftigen Blätter abgebrochen werden und in diesem Falle wird das normale Wachsthum der Pflanze gestört und der Ernteertrag an Rüben auf eine sehr empfindliche Weise vermindert. Im Jahre 1853 wurden auf der landwirthschaftlichen Versuchsstation Möckern bei Leipzig hierüber einige Versuche angestellt, indem man die Rüben auf einer Fläche vor der Ernte zweimal blatten, auf einer anderen Fläche aber völlig unberührt ließ; der Ertrag war auf der ersteren Fläche pro Hectar eines im Herbste 1852 bis 18 Zoll tief gespatpflügten und stark gedüngten Landes 48,246 Kil., auf der letzteren Versuchsfläche dagegen 60,903 Kil. Rüben, durch das Blatten war also die Ernte um 12,661 Kil. oder um $^1/_5$ des ganzen Ertrages vermindert worden. Bei derartigen Kulturversuchen sind aber nicht allein die absoluten Gewichtsverhältnisse zu berücksichtigen, sondern gleiche Beachtung verdient auch die durch eine abweichende Behandlung der Pflanze vielleicht veränderte Qualität der Ernte, worüber die chemische Analyse Aufklärung gibt. Es wurden zur Untersuchung, welche Ritthausen ausführte, zwei Rübensorten verwendet, nämlich die fast kugelrunde, hellrothe, völlig in der Erde wachsende Rübe mit weißem Fleische und außerdem eine lange, walzenförmige, hellrothe, wenigstens zur Hälfte über der Erde wachsende Sorte, ebenfalls mit weißem Fleische. Zu jeder Analyse nahm man 3 Stück Rüben von ziemlich gleicher Größe (pro Stück durchschnittlich 1800 Grm. schwer) und behandelte dieselben überall durchaus gleichmäßig. Die Analyse ergab, daß die betreffenden Rüben unmittelbar nach der Ernte die folgende Zusammensetzung hatten:

	Runde Rüben.		Lange Rüben.	
	Geblattet.	Ungeblattet.	Geblattet.	Ungeblattet.
Holzfaser	0,869	0,843	0,936	1,004
Asche	1,010	1,050	0,943	1,125
Zucker	5,076	6,183	4,594	5,365
Proteïnstoffe	0,937	1,019	0,772	1,000
Andere Nährstoffe . . .	2,604	1,090	3,201	4,024
Wasser	89,494	89,815	89,554	87,482

Es enthielten also die Rüben im wasserfreien Zustande:

	Runde Rüben.		Lange Rüben.	
	Geblattet.	Ungeblattet.	Geblattet.	Ungeblattet.
Holzfaser	8,27	8,28	9,16	8,02
Asche	9,61	10,38	9,03	8,98
Zucker	48,32	60,71	43,99	42,85
Proteïnstoffe	8,93	9,91	7,40	7,97
Andere Nährstoffe . . .	24,87	10,72	30,42	32,18

Bei den runden, in der Erde wachsenden Rüben hat das Blatten deutlich eine Verminderung des Zuckergehaltes und zugleich auch der Proteïnstoffe bewirkt, während die Menge der Asche und der Holzfaser fast unverändert geblieben ist; man wird daher schließen dürfen, daß in Folge des Blattens bei dieser Rübenvarietät, ebenso wie in den quantitativen Ernteerträgen ein Verlust, auch in qualitativer Hinsicht eine Verschlechterung eintrat. Ein etwas anderes Verhalten beobachtet man bei der langen, hier untersuchten Runkelrübe; bei dieser ist, wahrscheinlich in Folge des Wachsens über der Erde, der Zuckergehalt niedriger als bei der runden Rübe und das Abblatten hat auf den procentischen Gehalt an dieser Substanz wie überhaupt auf die ganze Zusammensetzung der Rübe im wasserfreien Zustande keinen störenden Einfluß geäußert; nur der Gehalt an Proteïnstoffen hat auch bei dieser Rübe in Folge des Blattens etwas abgenommen. Dagegen ist die Gesammtmenge der Trockensubstanz in der frischen Rübe durch das Abblatten sehr bedeutend, nämlich um 2 Pr. oder $^1/_6$ vermindert worden, welches Ergebniß das hier besprochene Verfahren hinsichtlich der Qualität der Ernte bei den langen Rüben noch ungleich nachtheiliger erscheinen läßt als bei den runden.

Eine noch ausführlichere Untersuchung über den Einfluß des Blattens der Runkelrübe auf die Quantität und Qualität der Ernteerträge wurde von A. Müller in Chemnitz ausgeführt. Die Rüben wurden unter ungünstigen Kulturverhältnissen gebaut, so daß deren Gewicht pro Stück nur $^1/_2$ bis 1 Pfd. betrug. Die Rüben der Abtheilung I. waren viermal am 1. und 15. September, am 1. und 15. October geblattet, in Abtheilung II. dreimal, am 15. September, 1. und 15. October, in Abtheilung III. zweimal, am 1. und 15. October, in Abtheilung IV. nur einmal, am 15. October und die Rüben der letzten Abtheilung blieben gänzlich ungeblattet. Die Ernte aller Rüben erfolgte am 1. November. Die procentische Zusammensetzung der Rüben fand man:

	Frische Rüben.					Getrocknete Rüben.				
	Abth. 1.	2.	3.	4.	5.	Abth. 1.	2.	3.	4.	5.
Wasser	98,3	87,0	86,8	84,3	86,3	—	—	—	—	—
Asche	0,85	0,77	1,04	0,91	0,95	7,26	5,95	7,96	5,76	6,[illegible]
Proteïnst.	1,02	0,84	0,91	1,24	1,23	8,75	6,44	6,90	7,94	8,[illegible]
Zucker	6,47	7,61	7,58	8,75	7,79	55,4	58,4	57,3	55,8	56,1
Uebrige Bestandtheile	3,36	3,75	3,67	4,80	3,73	28,59	29,21	27,84	30,5	28,[illegible]
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,[illegible]

Die Gesammterträge von den kleinen Versuchsflächen enthielten

a. in den Rüben:

	Gesammternte.	Wasser.	Trockensubstanz.	Asche.	Proteïnstoffe.	Zucker.	Uebrige Bestandtheile.
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
Abth. 1.	2220	1960,3	259,7	18,8	22,6	143,6	73,9
„ 2.	2153	1873,4	279,9	16,6	18,8	163,8	81,8
„ 3.	2682	2328,0	354,0	27,9	24,4	203,3	99,2
„ 4.	2290	1932,2	359,8	20,9	28,4	200,5	109,5
„ 5.	2660	2295,6	364,4	25,3	32,7	207,2	99,2

b. in den Blättern:

Abth. 1.	2048,0	1845,9	202,1	37,8	37,2	—	127,1
„ 2.	1786,1	1602,0	184,1	32,7	27,7	—	123,7
„ 3.	1556,4	1405,7	150,7	23,6	22,2	—	104,9
„ 4.	2009,6	1805,5	204,1	35,8	29,7	—	138,6
„ 5.	929,0	810,1	118,9	19,6	22,4	—	76,9

Auf einer anderen Fläche desselben Feldes wurden Controlversuche ausgeführt, in welchen die Pflanzen ganz in derselben Weise behandelt waren, wie oben angegeben ist; als Gesammterträge im frischen Zustand wurden in dieser zweiten Versuchsreihe gefunden:

	Abth. 1.	2.	3.	4.	5.
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
Rüben	1943	1952	1978	2891	3817
Blätter	1683	1485	1403	1798	1747

Aus den obigen Zahlenreihen ergibt sich mit großer Klarheit, daß die Erträge der Rüben durch das Abblatten nach Quantität und Qualität wesentlich beeinträchtigt werden und zwar um so mehr, je öfter und je früher das Blatten vorgenommen wird. In der ersten und fünften Abtheilung verhält sich die Trockensubstanz der Rüben wie 260 : 364 oder wie 5 : 7; dagegen bemerkt man im Ertrage an Blättern, wenn man die vierte Versuchsreihe ausnimmt, eine deutliche Zunahme im Trockengewichte mit dem Blatten der Rüben. Es wird mit dem frühzeitigen Wegnehmen der Blätter die Pflanze genöthigt, neue Blätter zu treiben und dadurch gehindert, eine größere Menge von werthvolleren Nährstoffen in der Wurzel anzusammeln.

Eine andere praktisch wichtige Frage bei dem Anbau der Futter-Runkelrübe bezieht sich auf die Größe derselben, ob es nämlich vortheilhafter ist, auf einer bestimmten Fläche kleinere Rüben, aber eine größere Anzahl derselben zu ziehen, oder möglichst große Rüben, wenn auch der Zahl nach weniger; mit anderen Worten, ob man auf einem düngkräftigen, gut bestellten Acker die Rüben in geringerer oder größerer Entfernung von einander pflanzen soll. Es ist zur Entscheidung der angeregten Frage ebenfalls in dem Laboratorium zu Möckern

eine Untersuchung eingeleitet worden, deren Ergebnisse hier in der Kürze mit-
getheilt werden mögen. Man wählte von der runden, rothen, in der Er-
wachsenden Runkelrübe mit weißem Fleische 4 verschiedene Größen, von jeder
Größe 3 Stück aus und unterwarf dieselben einer vergleichenden Untersuchung.
Eine Rübe der ersten Größe wog durchschnittlich 2196 Grm., der zweiten
1463 Grm., der dritten 988 Grm. und der vierten Größe 643 Grm. Die
Zusammensetzung dieser verschiedenen Rüben im frischen Zustande war:

	I.	II.	III.	IV.
Holzfaser	0,890	0,930	1,076	0,9[illegible]
Asche	0,936	0,945	0,912	0,8[illegible]
Zucker	4,856	5,547	6,123	5,9[illegible]
Proteïnstoffe	0,728	0,741	0,608	0,6[illegible]
Andere Nährstoffe	2,813	1,877	4,384	3,6[illegible]
Wasser	89,777	89,960	86,897	88,0[illegible]

Also im wasserfreien Zustande:

	I.	II.	III.	IV.
Holzfaser	8,70	9,26	8,21	7,87
Asche	9,16	9,41	6,96	6,90
Zucker	47,50	55,25	46,73	49,64
Proteïnstoffe	7,04	7,24	4,63	5,57
Andere Nährstoffe	27,60	18,84	33,47	30,63

Die Rüben waren sämmtlich geblattet worden und es ergibt sich, wenn
man die Zusammensetzung der wasserfreien Rübensubstanz mit den Ergebnissen
der oben mitgetheilten dieselbe Rübensorte betreffenden Analysen vergleicht,
eine fast vollkommene Uebereinstimmung der beiderseitigen Untersuchungen.
Die Rüben zweiter Größe enthielten verhältnißmäßig etwas mehr Zucker, was
vielleicht dadurch bewirkt worden ist, daß die eine oder andere der von dieser
Größe untersuchten Rüben weniger oder gar nicht geblattet worden war. Ein
bestimmter Unterschied in der Zusammensetzung der größeren oder kleinen
Rüben gibt sich sehr deutlich hinsichtlich der Aschenbestandtheile, der Protein-
stoffe und der Gesammttrockensubstanz zu erkennen:

	Durchschnitts-gew. der Rübe.	Trocken-substanz.	Asche in der frischen	trocknen Rübe.	Proteïnstoffe in der frischen	tr. Rübe.
	Grm.	Prc.	Prc.	Prc.	Prc.	Prc.
1. Größe	2169	10,223	0,936	9,16	0,728	7,04
2. „	1800	10,506	1,010	9,61	0,937	8,9[illegible]
3. „	1463	10,040	0,945	9,41	0,741	7,24
4. „	988	13,103	0,912	6,96	0,608	4,63
5. „	643	11,960	0,825	6,90	0,677	5,57

Es lassen sich nur zweierlei Größen mit abweichender Zusammensetzung
unterscheiden, nämlich kleinere Rüben (650 bis 1000 Grm. schwer pro Stück,

welche weniger Asche und Proteïnstoffe, auch verhältnißmäßig etwas weniger Holzfaser, dagegen deutlich mehr Gesammt-Trockensubstanz und nahrhafte Stoffe überhaupt enthalten, während die größeren Rüben (1500 bis 2200 Grm. pro Stück) das entgegengesetzte Verhalten zeigen. Das Verhältniß der nahrhaften Substanz in den großen und kleinen Rüben ist wie 8,15 zu 10,6; wenn daher von den letzteren 40000 Kil. auf der Fläche eines Hectar geerntet werden, so müssen die ersteren ein Gewicht von 50000 Kil. liefern, wenn die Menge der erzeugten Nährstoffe in beiden Fällen dieselbe sein soll. Ein ganz ähnliches Verhalten beobachtet man auch bei anderen Varietäten, z. B. bei der rothen, langen, zur Hälfte über dem Boden wachsenden Runkelrübe, wie die folgenden, von Ritthausen ausgeführten Analysen deutlich zeigen, welche sich auf eine große (1636 Grm.) und auf eine kleine (366 Grm.) Rübe dieser Varietät beziehen:

	Große Rübe.		Kleine Rübe.	
	Frisch.	Trocken.	Frisch.	Trocken.
	Prc.	Prc.	Prc.	Prc.
Holzfaser	0,936	9,16	1,486	10,49
Asche	0,943	9,03	0,913	6,44
Zucker	4,594	43,99	8,766	61,85
Proteïnstoffe	0,772	7,40	0,796	5,62
Uebrige Nährstoffe . . .	3,201	30,42	2,209	15,60
Wasser	89,554	—	85,830	—
	100,000	100.00	100,000	100,00

Die Runkelrübenblätter besitzen einen nur sehr geringen Nährwerth und äußern außerdem bekanntlich auch eine stark abführende Wirkung. Der geringe Nahrungswerth der Runkelrübenblätter ist bedingt durch den großen Wassergehalt derselben, wie auch durch die verhältnißmäßig sehr beträchtliche Menge an Asche. Boussingault fand im Herbste in den schon etwas abgewelkten Blättern 11 Prc. Trockensubstanz und in der letzteren 4,5 Prc. Stickstoff und 21,5 Prc. Asche. Völcker untersuchte die noch frischen Runkelrübenblätter im November 1851; von mir wurde am 19. August 1853 und von Keyser am 28. November desselben Jahres eine Analyse ausgeführt. Die Ergebnisse der letzteren drei Untersuchungen sind hier zusammengestellt:

	Völcker.	Wolff.	Keyser.
Wasser	91,96	91,42	89,96
Proteïnverbindungen . .	1,77	1,40	2,23
Stickstofffreie Nährstoffe .	4,98 (Stickstofffreie Nährstoffe und Holzfaser zusammen)	4,01	4,44
Holzfaser		1,14	1,38
Asche	1,29	2,03	1,99

Die Runkelrübenblätter enthalten eine besonders große Menge Protein-verbindungen. Wenn man die Blätter in Gruben einstampft und schicht-weise mit Salz überstreut, so geben dieselben neben Heu und Stroh ein köst-liches Beifutter. Die geringe Nährkraft der Runkelrübenblätter ergibt sich noch deutlicher aus einer von A. Müller ausgeführten Untersuchung, nach welcher dieselben im Mittel enthalten:

Wasser	90,0	Oxalsäure	2,0
Asche	1,6	Citronen-, Aepfelsäure	0,15
Holzfaser	1,0	Stickstoffhaltige Säure	0,4
Eiweiß und Blattgrün	1,6	Salpetersäure	0,15
Zucker	2,9		

Die große Menge von organischen Säuren, namentlich von Oxalsäure, welche in den Runkelrübenblättern vorkommt, muß die bekannte laxirende Wirkung dieses Futtermittels hauptsächlich bedingen; der Gehalt an wirklich nahrhaften Stoffen beträgt nach obiger Analyse nur 4,5 Prc.

Die in den Jahren 1850 und 1852 auf dem Societätsgute in Möckern geernteten Runkelrüben hatten nach meiner Untersuchung im Mittel die folgende Zusammensetzung:

	1850.	1852.
Wasser	87,67	86,07
Holzfaser	1,79	1,97
Asche	0,75	1,28
Proteïnsubstanz	9,79	1,44
Auflösliche stickstofffreie Substanzen		9,24

Von großem praktischen Interesse wäre es, die Ertragsfähigkeit der ver-mannichfaltigen Runkel-Varietäten unter gleichen Boden- und Kultur-verhältnissen zu prüfen; mit Hülfe derartiger Kulturversuche und der chemischen Analyse würde man sehr bald erfahren können, welche Sorten für gewisse Gegenden besondere Empfehlung verdienen und ob nicht vielleicht die Zucker-rübe auch als Viehfutter geeignet sein möchte, den Anbau der ungleich wäss-rigen und gleichsam ausgearteten Futter-Runkelrübe zu verdrängen oder we-nigstens doch einzuschränken. Johnston gibt die Zusammensetzung einiger Varietäten nach Cameron's Untersuchung an:

	Lange rothe.	Kurze rothe.	Orange runde.
Wasser	85,18	84,68	86,52
Gummi	0,67	0,50	0,13
Zucker	9,79	11,90	10,24
Caseïn	0,39	0,26	0,33
Albumin	0,09	0,18	0,03
Holzfaser u. Pectinsäure	3,08	3,31	2,45

Die Menge der Proteïnverbindungen ist hier offenbar zu niedrig gefunden worden, wie die folgenden aus direkten Stickstoffbestimmungen von Fromberg abgeleiteten Verhältnißzahlen beweisen:

	Lange rothe.	Kurze rothe.	Orange runde.
Proteïn im frischen Zustande .	1,60 Prc.	2,12 Prc.	1,94 Prc.
Proteïn im trocknen Zustande .	10,79 „	13,88 „	14,40 „
Asche im frischen Zustande .	1,14 „	0,75 „	0,84 „
Asche im trocknen Zustande .	7,96 „	4,90 „	6,23 „

Die Rüben verlieren bei der Aufbewahrung an einem luftigen Orte, z. B. in einer Scheune bedeutend an Wassergehalt, indem sie gleichzeitig weich und welk werden. Einige Bestimmungen ergaben z. B., daß je 3 Stück Rüben wogen

	Anfang Oktober.	Mitte November.	Unterschied.	
1.	5386 Grm.	4688 Grm.	698 Grm.	= 13,0 Prc.
2.	5815 „	5300 „	515 „	= 8,8 „
3.	4908 „	4201 „	707 „	= 14,4 „
4.	4860 „	4147 „	713 „	= 14,7 „

Die procentische Menge der Trockensubstanz war in Folge der Wasserverdunstung von 10 auf 12 Prc. gestiegen. Im Frühjahr habe ich den Gehalt an Trockensubstanz zu 13 und 14 Prc. in denselben Rüben gefunden. Die Gewichtsverminderung oder Wasserverdunstung ist weit geringer, wenn die Rüben in Kellern oder in Mieten zusammengehäuft aufbewahrt werden.

Von Anderson sind die Wurzeln und Blätter verschiedener Sorten der Mangoldrüben, die den Runkelrüben sehr nahe stehen, der chemischen Untersuchung unterworfen worden:

	Lange gelbe		Lange rothe		Gelbe runde Rübe.	
	Rübe.	Blätter.	Rübe.	Blätter.	Rübe.	Blätter.
Wasser	88,43	91,60	90,66	91,12	90,24	90,11
Asche	1,33	1,77	1,18	2,04	1,26	1,56
Proteïnstoffe . . .	1,90	1,77	1,54	2,39	1,75	2,83
Andere Bestandtheile .	8,34	4,86	6,62	4,45	6,75	5,50

4. Die Zuckerrübe.

Die Fabrikation des Rübenzuckers in Frankreich und Deutschland hat eine immer größere Ausdehnung der Kultur der Zuckerrübe veranlaßt, durch welchen Umstand und durch den häufigen Wiederkehr auf demselben Boden einestheils der letztere an manchen Orten das Gedeihen dieser Pflanze jetzt weniger als früher begünstigt, andererseits aber vielleicht auch eine Degeneration der Pflanze selbst allmälig bewirkt worden ist. Wenigstens hat man in Frankreich in neuerer Zeit eine sehr bedeutende Verminderung der Erträge des Bodens an Zuckerrüben beobachtet, wozu noch kommt, daß auch bei dieser

Pflanze in manchen Gegenden eine verheerende Krankheit auftritt, welche zuerst in dem Fleckigwerden und allmäligen Absterben der Blätter sich zu erkennen gibt, auf solche Weise eine Stockung in der Vegetation hervorbringt und endlich auch die Wurzeln angreift, eine Fäulniß derselben oder doch eine wesentliche Verminderung des Zuckergehaltes und des ganzen Erntegewichtes bewirkt. Nach Gouvion zu Denain haben die durchschnittlichen Rübenernten in Frankreich, namentlich in der Umgegend von Valenciennes von 1847 bis 1851 in folgender Weise sich gestaltet:

	Ertrag pr. Hectar.
1847	60,000 Kil.
1848	50,000 „
1849	41,000 „
1850	33,000 „
1851	20,000 „

In Deutschland betrachtet man 28000 bis 35000 Kil. Zuckerrüben als eine mittlere Ernte auf der Fläche eines Hectar. Auch bei uns hat man bereits in einigen Gegenden eine Abnahme der Erträge beobachtet, und es ist schon mehrfach die Frage aufgeworfen, ob man nicht mit Hülfe gewisser Düngmittel, namentlich solcher, welche wie der Guano die Pflanze in ihrer Jugend zu einer schnelleren Vegetation veranlassen und dadurch vielleicht auch befähigen, später mehr Zucker zu bilden, die Erträge der Zuckerrübe bedeutend steigern könne, ohne daß hierdurch die Qualität derselben, also namentlich der Zuckergehalt oder deren Werth für die Zuckerfabrikation vermindert würde. Diese Frage hat die Chemie unter Beihülfe des Landwirthes zu lösen und es ist bereits eine dahin einschlagende Untersuchung in Tharand unter Stöckhardt's Leitung begonnen worden, deren Resultate ich hier mittheile.

Nr.	Ort des Anbaues.	Dungung pr. Hectar.	Ertrag pr. Hectar. Kil.	Größe der untersf. Rübe	Gewicht Grm.
		A. Ungedüngte Rüben.			
1.	Lockwitz	Vorher Weizen mit Stallmist .	24000	mittel	[illegible]
2.	Lockwitz	Desgl.		mittel	[illegible]
3.	Lockwitz	Desgl.		klein	[illegible]
4.	Gröningen	Zweite Frucht nach Mistdüngung.	23000	mittel	[illegible]
5.	Schlanstädt	Desgl.	25000	mittel	570
		B. Frisch gedüngte Rüben.			
6.	Tharand	Stallmist	42000	groß	[illegible]
7.	Tharand	Desgl.		mittel	720
8.	Gröningen	Guano	?	mittel	720
9.	Schlanstädt	Desgl., 127 Kil.	—	mittel	570
10.	Tharand	Stallmist und 187 Kil Guano .	51000	groß	1720
11.	Tharand	Desgl.		mittel	720

Nr.	Ort des Anbaues.	Düngung pr. Hectar.	Ertrag pr. Hectar. Kil.	Größe der unters. Rübe.	Gewicht Rübe. Grm.
		B. Frisch gedüngte Rüben.			
2.	Tharand	Stallmist und 374 Kil. Guano .	57000	groß	1900
3.	Tharand	Desgl.		mittel	750
4.	Tharand	Stallmist und 374 Kil. Guano (in 2 Terminen) . . .	60000	groß	2500
5.	Tharand	Desgl.		mittel	900
6.	Tharand	Stallmist und 748 Kil. Guano (in 2 Terminen) . . .	62000	groß	2600
7.	Tharand	Desgl.		mittel	900

Zusammensetzung der frischen Zuckerrüben.

A. Rüben mittlerer Größe.

Nr.	Gewicht der Rübe. Grm.	Wasser. Prc.	Trockensubstanz. Prc.	Zucker. Prc.	Proteïnstoffe. Prc.	Asche. Prc.
1.	850	82,72	17,28	12,700	0,538	0,657
2.	650	79,92	20,08	13,325	0,656	0,603
3.	360	79,56	20,44	12,362	0,713	0,844
4.	650	82,62	17,38	12,780	0,594	0,641
5.	570	80,00	20,00	13,377	0,661	0,742
7.	720	82,66	17,34	12,346	0,931	0,794
8.	720	84,50	15,50	10,417	0,669	0,671
9.	570	80,40	19,60	11,850	0,938	0,915
11.	750	80,76	19,24	10,774	1,200	1,097
13.	750	82,02	17,98	8,487	1,213	1,034
15.	900	81,80	18,20	10,150	1,162	1,117
17.	900	82,70	17,30	8,304	1,144	1,174
			B. Rüben über mittlerer Größe.			
6.	1050	83,00	17,00	10,717	0,956	0,944
10.	1750	82,09	17,91	9,252	1,144	1,152
12.	1900	84,54	15,46	8,452	1,056	0,928
14.	2500	86,50	13,50	4,401	0,856	1,006
16.	2600	88,00	12,00	3,348	0,820	1,393

Zusammensetzung der wasserfreien Rübe.

A. Rüben mittlerer Größe.

Nr.	Gewicht der Rübe.	Zucker.	Proteïnstoffe.	Asche.
1.	850 Grm.	73,50 Prc.	3,093 Prc.	3,806 Prc.
2.	650 „	66,36 „	3,281 „	3,003 „
3.	360 „	60,48 „	3,493 „	4,129 „
4.	650 „	73,53 „	3,412 „	3,687 „
5.	570 „	66,88 „	3,400 „	3,708 „
7.	720 „	71,20 „	5,375 „	4,580 „
8.	720 „	67,20 „	4,325 „	4,327 „
9.	570 „	60,46 „	4,781 „	4,666 „

Nr.	Gewicht der Rübe.	Zucker.	Proteïnstoffe.	Asche.
11.	750 Grm.	56,00 Prc.	6,250 Prc.	5,700 Prc.
13.	750 „	47,20 „	6,756 „	5,750 „
15.	900 „	55,80 „	6,406 „	6,140 „
17.	900 „	48,00 „	6,612 „	6,790 „
	B. Rüben über mittlerer Größe.			
6.	1050 Grm.	63,04 Prc.	5,631 Prc.	5,550 Prc.
10.	1750 „	51,00 „	6,390 „	6,430 „
12.	1900 „	54,02 „	6,825 „	6,600 „
14.	2500 „	32,60 „	6,362 „	7,450 „
16.	2800 „	27,90 „	6,825 „	11,650 „

Die Trockenmasse der Rüben nimmt also ab oder die Wässerigkeit der-
selben zu, in geringerem Grade durch reichere Düngung, in höherem Grade
mit deren Auswachsen zu großen Exemplaren. Ein gleiches Verhalten zeigt
sich auch in der procentischen Menge des Zuckers, wenn diese auf den wasser-
freien Zustand der Rüben bezogen wird. Ganz besonders deutlich ist die Ab-
hängigkeit des Gehaltes der Rüben an Stickstoff von dem der Düngung,
während in dieser Hinsicht die Größe der Rüben nur geringe Schwankungen
hervorbringt. Endlich die Mineralstoffe oder Aschenbestandtheile nehmen
deutlich mit der reichlicheren Düngung und der Größe an procentischer Menge
zu. Man sieht, daß im Allgemeinen das größere oder geringere Gewicht der
Rübe einen beträchtlicheren Unterschied in deren chemischer Zusammensetzung
bedingt, als eine frische Düngung, wenigstens wenn die letztere nicht in einem
übermäßig starken Grade angewandt wird. Steht es daher in der Gewalt
des Rübenbauers, vielleicht durch engere Pflanzung, auch in einem sehr düng-
kräftigen Boden durchgängig Rüben von mittlerer Größe (etwa 1 Kil.) zu
produciren, so wird man kein Bedenken tragen können, durch eine geringe
Beidüngung entweder mit vergohrenem Stallmiste oder mit Guano das Wachs-
thum der Rübenpflanzen zu unterstützen und auf solche Weise das Erntegewicht
oder die Zahl der auf einer bestimmten Fläche producirten Rüben von mitt-
lerer Größe sehr bedeutend zu steigern. Nach Stöckhardt wurden [illegible]
im Jahre 1851 auf der Fläche eines Hectar erbaut:

	Rüben. Kil.	Darin Trockenmasse. Kil.	Zucker. Kil.
Im zweiten Jahre der Düngung	28000	5610	[illegible]
Bei halber Guanodüngung (187 Kil.)	37400	7290	[illegible]
Bei halber Stallmistdüngung	42260	8290	[illegible]
Bei halber Guano- und halber Stallmistdüngung	51400	9820	[illegible]

Da selbst eine halbe Guano- oder Mistdüngung den procentischen Ge-
halt der Rüben an eiweißartigen und mineralischen Stoffen nicht unbeträcht-
lich steigert und hierdurch bei der Verarbeitung des Rübensaftes behufs der

Zuckerfabrikation mehr Schwierigkeiten veranlaßt werden, als wenn der Saft nur ein wenig wässeriger als gewöhnlich wäre, so ist jedenfalls zunächst durch Kulturversuche und chemische Analysen zu prüfen, ob man nicht andere Düngmittel als den Guano oder den Stallmist mit gleichem Erfolge für die Steigerung des Erntegewichtes anwenden kann, ohne daß gleichzeitig eine Vermehrung der stickstoffhaltigen und mineralischen Bestandtheile der Rüben eintritt. Vorzugsweise möchte in dieser Hinsicht das durch Dämpfen oder Behandlung mit Schwefelsäure zur schnelleren Wirksamkeit bestimmte Knochenpulver Empfehlung verdienen, welches wenigstens für andere Rüben als vorzügliches Düngmittel sich bewährt hat. Stöckhardt beobachtete nach der Düngung mit guanisirtem (gedämpftem) Knochenmehl bei den Zuckerrüben eine beträchtliche Steigerung der Erträge:

Art des Düngers.	Menge des Düngers. pr. Hectar.	Ertrag pr. Hectar.	Mehrertrag v. d. Düngung.
Ungedüngt	— Kil.	31510 Kil.	— Kil.
Knochenmehl	935 „	45070 „	13560 „
Urat (London)	468 „	45820 „	14310 „
Guanisirtes Knochenmehl (Strehla) .	561 „	47220 „	15710 „
Peruanischer Guano	374 „	48150 „	16640 „
Rapsmehl	935 „	52550 „	21040 „

Diese Resultate beweisen, daß man durch Anwendung geeigneter Düngmittel die Erträge der Zuckerrübe sehr bedeutend zu steigern vermag, und es möchte diese Pflanze außer für die Zwecke der Zuckerfabrikation auch noch aus dem Grunde alle Beachtung verdienen, weil dieselbe in den Wurzeln eine Futtermasse liefert, welche wegen des höheren Gehaltes an Trockensubstanz die gewöhnliche Futter-Runkelrübe an Qualität bedeutend übertrifft. Hierzu kommt noch, daß die Zuckerrübe im Verhältniß zur Gesammtmenge der Trockensubstanz ungleich weniger Mineralstoffe und Holzfaser, also an unverdaulichen Bestandtheilen enthält, als die gewöhnliche Runkelrübe. Ob der niedrigere Gehalt der Zuckerrübe an Proteïnverbindungen wesentlich den Futterwerth dieser Wurzel beeinträchtigt, soll hier nicht weiter untersucht werden; ich will nur noch andeuten, daß es gewisse Boden- und klimatische Verhältnisse gibt, unter denen fast alle producirten Futterstoffe durch einen besonders hohen Gehalt an stickstoffhaltigen Bestandtheilen sich auszeichnen, und daß es unter solchen Verhältnissen oft sehr vortheilhaft sein kann, in der Zuckerrübe ein Futtermittel zu besitzen, welches in Verbindung mit anderen in derselben Wirthschaft erzeugten Stoffen verfüttert, eine bessere Ausnutzung der letzteren bewirkt, für sich allein aber angewandt, durch eine geringe Beigabe von Oelkuchen leicht in eine durchaus passende Nahrung für das Vieh umgeändert werden kann. Nach einem mehrmaligen Anbau der Zuckerrübe in frischem

Dünger wird diese Wurzel bald die Zusammensetzung der gewöhnlichen Runkelrübe annehmen und man würde wahrscheinlich in jedem Jahre aus den Gegenden, wo diese Rübe ausschließlich für die Zuckergewinnung kultivirt wird, neuen Samen beziehen müssen, um deren Eigenthümlichkeit möglichst unverändert zu erhalten.

Geringere Abweichungen in der Zusammensetzung, als die von Stöckhardt untersuchten Zuckerrüben verschiedener Größe haben die folgenden von Ritthausen in Möckern ausgeführten Analysen ergeben; jedoch ist zu bemerken, daß die schwerste Rübe nicht über mittlere Größe sich erhob und daß die Rüben sämmtlich in schwacher Mistdüngung kultivirt worden waren:

	1.		2.		3.	
Durchschnittliches Gewicht der Rübe	1060 Grm.		522 Grm.		243 Grm.	
	Frisch.	Trocken.	Frisch.	Trocken.	Frisch.	Trocken.
Holzfaser	1,364	7,48	1,258	7,02	1,523	7,[illegible]
Asche	0,944	5,18	0,836	4,66	0,881	4,[illegible]
Zucker	11,213	61,17	11,313	63,11	12,073	58,[illegible]
Proteïnstoffe	0,846	4,64	0,828	4,62	0,904	4,[illegible]
Uebrige Nährstoffe	3,864	21,53	3,693	20,39	5,091	24,[illegible]
Wasser	81,769	—	82,072	—	79,528	—

Aus allen im Vorhergehenden mitgetheilten Analysen scheint sich zu ergeben, daß die Zuckerrübe bei einem mittleren Gewicht von 1000 Grm. noch immer von sehr guter Qualität ist, nämlich 18 bis 19 Prc. Trockensubstanz enthält; erst bei noch größerem Gewicht nimmt der Wassergehalt bedeutend zu, so daß die Menge der Trockensubstanz bald auf 15 Prc. und noch weiter sinkt, mithin die Beschaffenheit eine der gewöhnlichen Futterrunkel ähnliche wird. Es muß das Streben des Landwirthes darauf gerichtet sein, die Zuckerrüben sowohl für die Zwecke der Fütterung wie für die Zucker- und Spiritusfabrikation in einer Schwere von 800 bis 1000 Grm. pro Stück zu produciren.

Das Verhältniß der Wurzeln zu den Blättern bei der Zuckerrübe ist fast wie 3:1. Die Zusammensetzung der Blätter scheint ganz dieselbe zu sein, wie bei den Futter-Runkelrüben. Von einer ziemlich großen Zuckerrübe, in halber Mistdüngung in Möckern 1853 gewachsen, die Ende October unmittelbar vom Felde aufgenommen wurde (Ertrag etwa 36000 Kil. pro Hectar), wogen die Blätter 625 Grm., die Wurzel 1766 Grm. Einige von Keyser (1853) und von Ritthausen (1856) ausgeführte Bestimmungen ergaben:

	1853. Blätter.	1853. Wurzel.	1854. Blätter.
Holzfaser	1,50	0,90	2,40
Asche	2,21	0,85	2,61
Zucker	—	11,32	—
Proteïnsubstanz	6,13	3,82	2,25
Sonstige Nährstoffe			4,71
Wasser	90,16	83,11	88,01

Eine unter ähnlichen Verhältnissen gewachsene Futter-Runkelrübe von ziemlich derselben Größe und gleichzeitig untersucht, zeigte einen Gehalt an Gesammt-Trockensubstanz von nur 9,81 Prc. und hierin 1 Prc. Holzfaser und 1,42 Prc. Asche. Die Trockensubstanz in beiderlei Rüben als gleich nahrhaft angenommen, würde also der Rohertrag bei der Futter-Runkelrübe pro Hectar 62000 Kil. betragen müssen, wenn derselbe bei der Zuckerrübe 36000 Kil. ausmachte und man von einer gleich großen Fläche bei dem Anbau beider Rübenarten eine gleiche Menge Nährstoffe zu produciren beabsichtigte.

In den frischen Preßrückständen fand Boussingault 70 Prc. Wasser und 0,38 Prc. Stickstoff oder 2,39 Prc. Proteïnverbindungen. Boussingault setzt den Nahrungswerth der Preßrückstände etwa um 1/8 höher als den der frischen Rüben, während der Landwirth Thiele bei Halberstadt den Futterwerth der ersteren in direkten Fütterungsversuchen um die Hälfte höher als den der Rüben gefunden haben will. Eine Beigabe von Oelkuchen erhöht den Nähreffekt der Preßrückstande sehr beträchtlich.

Weitere Untersuchungen über die Rückstände von der Rübenzuckerfabrikation habe ich in Hohenheim ausgeführt:

	Frische Zuckerrüben.	Preßrückstände von Hohenheim. Die Rüben gepreßt mit 20 Prc. Wasser.	14 Prc. Wasser.	ohne Wasser.	Preßlinge von Waghäusel.	Rückst. von der Maceration mit Wasser.	mit Rübenschlempe. Frisch.	Gepreßt.
Wasser	81,56	68,01	67,92	65,94	61,07	93,11	92,64	67,29
Asche	0,89	5,47	5,74	5,28	16,11	0,55	0,84	3,73
Holzfaser	1,33	6,25	6,04	6,68	8,48	1,48	1,44	6,40
Zucker	11,88	7,86	7,58	6,72	0,15	1,72	1,34	5,95
Eiweißstoffe	0,87	1,05	1,67	11,02	1,13	0,21	0,77	3,44
Sonstige Nährstoffe	3,47	11,36	11,05	14,31	12,76	2,93	2,99	13,19

Die Preßrückstände von Waghäusel sind auf die Weise gewonnen, daß man die getrockneten Rübenschnitte mit Kalkwasser aufweicht und extrahirt und die nassen Schnitte auspreßt; es enthielten diese Preßlinge noch viel Kalk und Sand, sie hatten daher als Futtermittel nur geringen Werth; der niedrige Zuckergehalt scheint aber anzudeuten, daß diese Methode für die Zuckerfabrikation

günstige Resultate liefern muß. Die nach der Methode von *Champonnois* mit heißer Rübenschlempe behandelten Rübenschnitte haben den verhältmäßig höchsten Futterwerth, denn in ihnen ist noch $^3/_4$ der ursprünglich in den Rüben enthaltenen Eiweißstoffe zurückgeblieben, während deren Menge in den mit Wasser macerirten Rübenschnitten oder in dem kalt ausgepreßten Rübenbrei nur $^1/_4$ beträgt. Nach den in Hohenheim vorgenommenen Wägungen liefern bei der gewöhnlichen Methode des Auspressens 130 Pfd. Zuckerrüben 100 Pfd. Preßlinge und die Analyse ergibt, daß die aus 100 Pfd. Rüben gewonnenen Preßlinge im Futterwerth nahezu 31 Pfd. Rüben entsprechen. 120 Pfd. Rüben geben 100 Pfd. unausgepreßte Macerationsrückstände mit ungefähr 7 Prc. Trockensubstanz.

Es ist in neuerer Zeit darauf aufmerksam gemacht, daß die *Melasse* oder der nach der Ausscheidung des krystallisirbaren Zuckers zuletzt zurückbleibende *Sirup*, welcher wegen seines schlechten Geruches und Geschmackes selbst zur Spiritusbereitung nicht gerne verwendet und daher in den Zuckerfabriken oft zu sehr billigen Preisen verkauft wird, als Viehfutter besondere Beachtung verdiene. *Settegast* in Proskau fand bei Fütterungsversuchen mit Schafen, daß 1 Pfd. Melasse im Erhaltungsfutter reichlich 3 Pfd. Heu zu ersetzen vermag und also mit den letzteren gleiche Nährkraft haben muß. Die chemische von *Krocker* ausgeführte Untersuchung ergab folgende Zusammensetzung der Melasse:

Rohrzucker	34,6
Proteïnverbindungen	10,5
Andere organische Stoffe	32,2
Mineralische Stoffe	8,6
Wasser	14,1

Die Melasse löste sich unter Zurücklassung einer sehr geringen Menge von Staub in Wasser klar auf, sie enthält daher sämmtliche Substanzen in einer leicht löslichen, also auch leicht verdaulichen und assimilirbaren Form.

Für den Zweck der Zuckerfabrikation ist es von Bedeutung zu wissen, daß die *verschiedenen Theile der Zuckerrübe einen abweichenden Zuckergehalt besitzen* und daß der letztere bei der Aufbewahrung in Mieten oder Kellern nach und nach vermindert wird. *Sehring* hat zu verschiedenen Zeiten die einzelnen Theile der Zuckerrüben auf ihren Zuckergehalt geprüft:

a. Der Blattkopf, welcher so weit von der Rübe weggeschnitten wurde, als die Narben der Blattstiele bemerkbar waren;

b. eine Scheibe, quer von der Rübe unmittelbar unter dem Blattkopf weggeschnitten, bei kleinen Rüben $^1/_2$, bei größeren bis 1 Zoll stark;

c. das darauffolgende Kernstück der Rübe;

d. der Schwanz der Rübe, 1 bis 2 Zoll lang, am dicken Ende 1 Zoll stark;

e. die Seitenzweige der Rübe.

	a.	b.	c.	d.	e.
	Prc.	Prc.	Prc.	Prc.	Prc.
Am 28. Oktober . .	2,01	8,74	12,07	10,47	5,41
„ 15. November .	2,00	8,94	12,31	10,89	7,31
„ 20. December .	1,23	8,61	12,08	10,64	7,02
„ 14. Januar . .	0,74	8,13	11,93	10,50	6,79
„ 12. Februar . .	0,32	7,31	11,72	10,19	6,50
„ 1. März . .	0,02	5,02	11,45	10,32	5,94

Man sieht, daß der obere Theil der Rübe und die Seitenzweige weit weniger Zucker enthalten als der Hauptkörper und der Schwanz. Derartige Untersuchungen lassen sich leicht in jeder Fabrik ausführen und man wird nach den Resultaten derselben das Verschneiden der Rüben reguliren, wenn man ermittelt hat, wie viel Zuckergehalt in der betreffenden Fabrik die Rüben haben müssen, um die Kosten zu decken. Aus den obigen Bestimmungen ergibt sich ferner, daß der Zuckergehalt in der ersten Zeit der Aufbewahrung im Winter deutlich zunimmt, daß gleichsam ein Nachreifen der Rüben stattfindet, während später eine allmälige Verminderung des Zuckergehaltes von oben nach unten eintritt, welche Erscheinung dadurch bewirkt wird, daß die sich entwickelnden Keime der Rüben sofort den ihnen zunächst gelegenen Zucker für ihr Wachsthum consumiren und daß diese Consumtion nur in dem Maße sich tiefer in die Rübe hinab erstreckt, als der Zucker in den oberen Theilen der Rüben verschwindet.

5. Die Kohlrübe und die Stoppelrübe.

Im Jahr 1851 erbaute Schober bei Tharand auf der Fläche eines Hectar 37000 Kil. Kohlrüben und 8200 Kil. Blätter, im Jahr 1852 dagegen 32000 Kil. Kohlrüben und 9200 Kil. Blätter, welche Erträge als mittlere Ernten angesehen werden können. Die chemische Zusammensetzung der Kohlrüben ist bisher selten und unvollständig untersucht worden. Horsford gibt in der bei Gießen gewachsenen Rübe 12,22 Prc. Trockensubstanz und 1,54 Prc. stickstoffhaltige Bestandtheile an; Henneberg fand hiermit sehr nahe übereinstimmend, jene Zahlen zu 12,75 und 1,73. Diese Resultate der Analyse scheinen zu ergeben, daß die Kohlrübe mit der gewöhnlichen Futter-Runkelrübe gleichen Nahrungswerth besitzt, während in der Praxis der Werth der ersteren gewöhnlich um $1/6$ höher angenommen wird.

Die Stoppelrübe oder Wasserrübe wird gewöhnlich nach dem

Abernten des Roggens oder Weizens angesäet und gibt dann in dems
Jahre oft noch einen recht guten Ertrag, den man als eine halbe Ern
trachten und im Mittel auf 8000 bis 10000 Kil. pro Hectar veransch
kann. Wird dagegen die Wasserrübe zeitiger im Jahre und auf einem
gedüngten Felde angebaut, dann steigt deren Ernteertrag bis 20,000 u
30,000 Kil. Diese Rübe enthält neben dem Turnips von allen Rüben
die größte Menge Wasser; Boussingault fand 92,5 Prc. Wasser
0,82 Prc. Proteïnverbindungen. Einige von Keyser im Herbste 185
meinem Laboratorium ausgeführte Bestimmungen ergaben für die Bl
und Wurzeln der Stoppelrübe die folgende Zusammensetzung:

	Blätter.	Wurzel.
Holzfaser	2,31	1,13
Asche	3,15	0,80
Zucker	—	4,36
Sonstige Nährstoffe	6,74	2,32
Wasser	87,80	91,39

6. Die Turnipsrübe.

Der Turnips ist eine Futterpflanze, welche bekanntlich in England
Schottland einen sehr beträchtlichen Theil des kultivirten Landes einni
während man bei uns in Deutschland fast allgemein der Runkelrübe den V
zug gibt, weil die letztere in ihrem Wachsthum weniger durch Insekten ge
wird und außerdem in ihren Ernteerträgen eine größere Menge Trockensub
und daher bei gleichem Gewichte auch mehr Futterwerth von einer bestim
Fläche Landes liefert. Wie hoch die Erträge an Turnipsrüben unter günsti
äußeren Verhältnissen, bei geeigneter Bestellung und reichlicher Düngung
Ackers sich erheben können, darüber geben die zahlreichen Düngungsversu
Auskunft, deren Resultate ich in einem früheren Abschnitte mitgetheilt h
Erträge von 50,000 und selbst 60,000 Kil. auf der Fläche eines Hectar
hören keineswegs zu den Seltenheiten. Bei der großen Bedeutung, we
die Turnipspflanze für die englische Landwirthschaft erlangt hat, läßt
schon im Voraus annehmen, daß eine Menge von verschiedenen Varietä
existiren, deren relative Ertragsfähigkeit in sehr zahlreichen Kulturversuch
geprüft worden ist. Die Resultate dieser Kulturversuche haben für uns ke
besonderes Interesse und können hier füglich außer Acht gelassen werden; i
will nur mittheilen, daß man drei Hauptklassen von Turnipsvarietäten anbau
nämlich den sogenannten schwedischen Turnips, von länglich runder Form
den Bullock-Turnips, welcher vorzugsweise gelb gefärbt ist und eine von ob
und unten zusammengedrückte kugelförmige Gestalt hat und den gemeinen o
Globe-Turnips, von fast rein kugelförmiger Gestalt. In Schottland habe

sich die mittleren Erträge dieser Hauptklassen der Turnipsvarietäten pro Hectar, nach sehr zahlreichen genauen Beobachtungen in den Jahren 1849 bis 1852 folgendermaßen herausgestellt:

	1849.	1850.	1851.	1852.
Schwedischer Turnips	53700 Kil.	60250 Kil.	48860 Kil.	57550 Kil.
Gelber Turnips . .	49500 „	48800 „	41800 „	42640 „
Gemeiner Turnips .	55100 „	63300 „	53000 „	58400 „

Die näheren Ergebnisse einiger Kulturversuche mit Turnipsvarietäten mögen hier noch Erwähnung finden, weil dieselben die einzigen sind, welche, soviel ich weiß, bisher in Deutschland angestellt wurden. Rohde in Eldena beobachtete die Ertragsfähigkeit verschiedener Turnipsarten, wozu der Samen aus Hamburg bezogen worden war. Das Versuchsfeld hatte einen sandigen Lehmboden, befand sich in guter Kraft und erhielt noch eine Beidüngung von 201 Kil. Guano pro Hectar. Die Erträge pro Hectar an Rüben und Blättern, nebst dem procentischen Gehalt der ersteren an Trockensubstanz ersieht man aus der folgenden Tabelle:

		Trockensubstanz Prc.	Ertrag pro Hectar. Rüben. Kil.	Blätter. Kil.
	A. Globe Turnip.			
1.	White red top hybrid T.	13,2	28350	12030
2.	White Norfolk T.	11,0	31420	10450
3.	White Globe T.	13,3	40660	11990
4.	Dale's hybrid T.	10,0	40260	8070
5.	Lawton hybrid T.	11,0	17220	6790
6.	White Tankard T.	11,6	36010	11070
	B. Bullock Turnip.			
7.	Improved purple top Scotsh or Bullock T.	13,2	22290	7490
8.	Scotsh or Bullock T.	15,6	19470	7950
9.	Altringham T.	12,8	21420	3910
10.	Invincible yellow green top T.	15,3	24120	9050
11.	Aberdeen yellow with purple top T.	14,7	42630	10280
12.	Red top Imperial yellow T.	13,4	46380	16600
13.	Yellow Tankard T.	13,8	37820	8780
	C. Swedish Turnip.			
14.	Purple top Swedish T.	16,5	39640	6270
15.	Rutabaga	15,2	30740	6940
16.	Rothgrauhäutige Riesensteckrübe	15,8	40910	11240
17.	Rothköpfige Riesensteckrübe	15,0	27670	3150

Die hier gefundenen Mengen an Trockensubstanz sind bedeutend größer, als dieselben gewöhnlich aus den sehr zahlreichen Analysen englischer Chemiker sich ergeben. In neuester Zeit hat besonders Anderson mit Unter-

suchungen über den Einfluß verschiedener Düngmittel [illegible] Bodenarten auf die chemische Zusammensetzung der Turnipsrüben sich beschäftigt. Nach diesen Untersuchungen schwankt [illegible] Gehalt an Trockensubstanz zwischen 11,61 und 5,06 Prc., die Menge [illegible] Stickstoffes zwischen 0,105 und 0,382 Prc. Der White Globe Turnips, in East Lothian 1849 gewachsen, enthielt je nach der Düngung mit Stallmist oder Guano:

	Wasser.	Protein.	Fett.	Holzfaser.	Zucker x.	[illegible]
Mit Stallmist gedüngt	91,410	1,358	0,113	1,946	5,030	[illegible]
Mit Stallmist und Guano gedüngt .	92,200	1,198	0,116	1,893	4,427	[illegible]
Mit Guano allein gedüngt . . .	92,857	1,279	0,227	1,972	3,558	[illegible]

Eine andere Varietät, Purple-top Yellows, an demselben Orte gewachsen, enthielt:

	Wasser.	Protein.	Fett.	Holzfaser.	Zucker x.	[illegible]
Mit Stallmist gedüngt	91,200	1,117	0,103	2,607	4,805	[illegible]
Mit Stallmist und Guano gedüngt .	89,720	1,581	0,159	1,834	6,588	[illegible]
Mit Guano allein gedüngt . . .	92,500	1,060	0,163	2,385	3,734	[illegible]

Um den Einfluß verschiedener Bodenarten auf die Zusammensetzung der Turnipsrüben zu prüfen, kultivirte man 1849 in Pertshire (Schottland) gleiche Sorten auf verschiedenen Bodenarten, welche völlig gleichmäßig bearbeitet und gedüngt worden waren; die chemische Zusammensetzung war nach Anderson:

	Wasser.	Protein.	Fett.	Holzfaser.	Zucker x.	[illegible]
1. Swedish Turnip.						
Schwerer Thonboden	90,580	1,000	0,356	2,058	5,840	[illegible]
Thoniger Lehmboden	89,780	1,149	0,260	2,274	6,391	[illegible]
Sandiger Lehmboden	87,123	1,814	0,549	3,318	7,151	[illegible]
2. Aberdeen Yellow.						
Schwerer Thonboden	91,195	1,238	0,254	1,791	5,343	[illegible]
Thoniger Lehmboden	90,478	1,117	0,177	2,371	5,643	[illegible]
Sandiger Lehmboden	90,578	1,802	0,441	2,349	4,665	[illegible]

Anderson schließt aus den Resultaten seiner Untersuchungen: 1) daß die Art der Düngung im hohen Grade die Qualität oder Zusammensetzung der Turnipsrübe bedingt; 2) daß die mit Guano gedüngten Turnipsrüben im Allgemeinen nicht als weniger werthvoll betrachtet werden können, als diejenigen, welche auf gewöhnliche Weise gedüngt worden sind; im Gegentheil haben die ersteren nicht selten den Vorzug; 3) daß die Turnipsernten der Qualität nach die besten sind, welche mit Hülfe der Mischung eines rasch und eines langsam wirkenden stickstoffhaltigen Düngers producirt worden sind; 4) daß die klimatische Lage und die Größe die Zusammensetzung der Ernte nicht wesentlich zu modificiren scheinen; endlich 5) daß die Qualität der Turnipsrübe sehr deutlich durch die Beschaffenheit des Bodens, in welchem dieselbe

gewachsen ist, bedingt wird, daß die werthvollsten Rüben auf den leichten lehmigen Bodenarten producirt werden, während der schwere Thonboden die Qualität dieser Rübe sehr beeinträchtigt.

Die Blätter oder Blattkronen des Turnips enthalten nach Völcker:

	Schwedische Rübe.	Norfolk-bell T.
Wasser	88,37	91,28
Proteïnstoffe	2,09	2,46
Stickstofffreie Bestandtheile . .	7,25	4,74
Asche	2,30	1,52

Hiernach scheint die Zusammensetzung der Blätter des Turnips derjenigen der Stoppelrübe und Runkelrübe sehr ähnlich zu sein.

Die obigen Analysen von Turnipsrüben zeigen einen verhältnißmäßig ziemlich hohen Gehalt an Trockensubstanz; als eine mittlere Zusammensetzung der Turnipsrübe ist nach Anderson anzusehen:

Wasser	92,11
Asche	0,78
Proteïnstoffe	1,27
Andere Bestandtheile	5,84

7. Die Mohrrübe.

Der Anbau der Mohrrübe im Großen ist in neuerer Zeit vielfach empfohlen worden als einer Pflanze, die durch ihre hohen Erträge auf einem tief gelockerten und sorgfältig bearbeiteten Boden in vielen Fällen die Kartoffel zu ersetzen im Stande ist. Vorzugsweise 3 Varietäten werden im Großen auf dem Felde angebaut: Die große gelbe Mohrrübe, auch flandrische Mohrrübe genannt, wird 5 bis 6 Pfd. schwer und ist besonders für einen leichten Boden geeignet; die große, weiße, grünköpfige Riesen-Mohrrübe, die auf einem tief gelockerten, selbst leichten Boden bis über 8 Pfd. schwer wird und Erträge von 40,000 und selbst 50,000 Kil. pro Hectar liefert; endlich die Altringham-Mohrrübe, welche sehr lang, gewöhnlich schön roth gefärbt ist und auf gutem rajoltem oder gespatpflügtem Boden bis zu Exemplaren von 10—12 Pfd. Schwere auswächst; die letztere ist für leichten Boden weniger geeignet als die beiden andern Sorten. Von der gewöhnlichen gelben Mohrrübe hat Schmidt in Dorpat 3 Analysen mitgetheilt; sie betreffen 1) Mohrrüben, welche auf einem Boden von unbekannter Beschaffenheit gewachsen waren; 2) Mohrrüben auf einem schwarzen Lehmboden; 3) auf Sandboden gewachsen:

	1.	2.	3.
Wasser	86,97 Prc.	86,45 Prc.	86,81 Prc.
Feste Substanz	13,03 „	13,55 „	13,19 „
Rohrzucker	7,19 „	7,81 „	8,07 „
Proteïnverbindungen	2,38 „	2,07 „	1,83 „

Die Mohrrüben scheinen also, wie auch andere Rüben, auf leichten sandigen Bodenarten den Procenten nach mehr Zucker, dagegen weniger Proteïnstoffe zu bilden. Horsford fand in den gelben Rüben aus Gießen 16,7 Prc. Trockensubstanz, 1,54 Prc. stickstoffhaltige Bestandtheile und 0,671 Prc. Asche.

Die Varietät und die Größe bedingen auch bei der Mohrrübe eine abweichende Zusammensetzung, wie die von Hörle im Tharander Laboratorium ausgeführte Untersuchung der Altringham-Möhren bestätigt:

	Gewicht der Möhre.	Wasser.	Proteïn.	Asche.
Gelblichweiß, von Frankenfelde .	518 Grm.	87,59 Prc.	0,531 Prc.	0,87 Prc.
Rothgelb, ebendaher	277 „	89,92 „	0,668 „	1,23 „
Gelblichweiß, von Stöchau . .	131 „	81,10 „	0,906 „	1,66 „

Eine weiße, grünköpfige Riesenmohrrübe aus Hohenheim, welche 33[illegible] Grm. wog, und eine gewöhnliche gelbe Mohrrübe aus Möckern, deren Gewicht nur 143 Grm. betrug, wurde im Jahr 1852 von mir untersucht:

	Gelbe Mohrrübe.	Riesen-Mohrrübe.
Holzfaser	3,07	3,24
Asche	1,11	1,29
Pektinsäure und Stärke	4,32	3,34
Zucker	7,11	6,30
Gummi	0,41	0,60
Stickstoffhaltige Bestandtheile	1,58	1,37
Wasser	82,40	83,86

Boussingault fand in der gewöhnlichen Möhre 12,4 Prc. Trockensubstanz und 1,89 Prc. Proteïnverbindungen.

Nach Völcker hatte die auf einem ziemlich mageren Kalkboden bei Cirencester gewachsene Riesenmohrrübe oder weiße belgische Mohrrübe in den Jahren 1851 und 1852 eine von der so eben angegebenen wesentlich verschiedene Zusammensetzung:

	1851.	1852.
Wasser	88,260	88,717
Proteïnverbindungen	0,596	0,612
Stickstofffreie Bestandtheile	10,399	9,970
Asche	0,745	0,701

Der Gehalt an Holzfaser wird zu 3,471 Prc., an Zucker zu 6,544 Prc., an Gummi und Pektin zu 0,885 und an Fett zu 0,203 Prc. angegeben.

Die verhältnißmäßig geringe Menge der Proteïnstoffe und Aschenbestandtheile kann nur durch eigenthümliche Bodenverhältnisse bedingt sein. Die weiße belgische Möhre scheint in der Zusammensetzung der Altringham-Möhre sehr ähnlich zu sein.

Neuere Untersuchungen von Mohrrüben verschiedener Größe und Varietät verdanken wir Ritthausen in Möckern:

	Riesenmöhre aus Hohenheim.			Gelbe belgische.	Weiße Möhre.
Gewicht der fr. Rübe	1255 Grm.	430 Grm.	168 Grm.	656 Grm.	776 Grm.
Wasser	87,78 Prc.	86,37 Prc.	84,84 Prc.	87,69 Prc.	87,90 Prc.
Asche	0,91 „	0,81 „	0,99 „	1,07 „	0.89 „
Holzfaser	1,23 „	1,35 „	1,60 „	1,53 „	1,41 „
Proteïnsubstanz . .	0,89 „	1,08 „	0,78 „	1,04 „	1,41 „
Sonstige Nährstoffe .	9,19 „	10,39 „	11,79 „	8,67 „	9,06 „

Der Futterwerth der Mohrrüben ist oft sehr hoch, dem der Kartoffeln fast gleich angenommen worden; zuweilen hat man die Riesenmohrrübe hinsichtlich ihres Nahrungswerthes allen anderen Varietäten vorgezogen, zuweilen die gelbe Mohrrübe oder auch die Altringham-Möhre als besonders nahrhaft angepriesen. Die vorstehenden Analysen beweisen, daß die Zusammensetzung der Mohrrüben im Allgemeinen derjenigen anderer Rübenarten ähnlich ist, daß dieselbe durch verschiedene Boden- und Düngungsverhältnisse, durch die Größe und Varietät der Rübe vielfach modificirt wird und daher deren Nahrungswerth ebenso wenig wie derjenige irgend einer anderen Frucht als eine constante Größe betrachtet werden kann. Die chemische Zusammensetzung zeigt deutlich, daß der Nahrungswerth dem einer guten Futter-Runkelrübe fast gleich ist und den der Zucker-Runkelrübe kaum erreicht. Ob die größere Schmackhaftigkeit, welche bei der Mohrrübe ihren Werth als menschliches Nahrungsmittel und somit ihren höheren Marktpreis bestimmt, auch bei der Fütterung des Viehes einen höheren Nähreffekt bedingt, ist eine Frage, welche wir gegenwärtig noch nicht zu beantworten vermögen, die aber, wie so vieles Andere, auf dem Wege des direkten Versuches und der chemischen Analyse leicht gelöst werden könnte.

8. Kohl und Kraut.

Die Ernten, welche Schober in den Jahren 1851 und 1852 bei Tharand von Weißkraut und Blaukraut erzielte, lieferten pro Hectar:

		Feste Köpfe.	Krautblätter und lose Köpfe.	Zusammen.
1851.	Weißkraut	5355 Kil.	14540 Kil.	19895 Kil.
	Blaukraut	3825 „	6120 „	9945 „
1852.	Weißkraut	7140 „	17085 „	24225 „
	Blaukraut	4973 „	13388 „	18361 „

Chemisch sind die verschiedenen Kohlarten bisher selten untersucht worden; die folgenden beiden Analysen von Weißkraut zeigen hinsichtlich der stickstoffhaltigen Bestandtheile eine sehr verschiedene Zusammensetzung. Die eine dieser Analysen ist von Völcker zu Cirencester 1851, die andere von Keyser im Laboratorium zu Möckern 1853 ausgeführt worden; die letztere bezieht sich auf einen nur sehr locker zusammenhängenden Kopf von Weißkraut, dessen Gesammtgewicht 660 Grm. betrug.

	Völcker.	Keyser.
Wasser	86,20	87,71
Asche	1,87	1,26
Holzfaser	7,10	2,07
Stickstofffreie Nährstoffe		7,56
Proteïnverbindungen	4,75	1,40

Nach Ritthausen enthalten die Blätter und Stengel von Weißkraut:

	Aeußere Blätter.		Innere Blätter.		Strunk.	
	Frisch.	Getrocknet.	Frisch.	Getr.	Frisch.	Getr.
Wasser	88,84	—	91,30	—	82,17	—
Asche	1,58	14,16	0,69	7,93	1,86	10,43
Holzfaser	2,13	19,09	1,53	17,58	2,80	15,70
Proteïnsubstanz	1,57	14,07	1,46	16,78	1,08	6,06
Sonstige Nährstoffe	5,88	52,68	5,02	57,71	12,09	67,81

In den Blumen und Blättern des Blumenkohls fand Völcker verhältnißmäßig sehr bedeutende Mengen von Proteïnverbindungen:

	Blumen.	Blätter.
Wasser	88,60	89,01
Proteïnverbindungen	3,84	3,61
Stickstofffreie Bestandtheile	6,70	6,53
Asche	0,86	0,85

d. Die Hülsenfrüchte.

Die Hülsenfrüchte sind bis jetzt noch so selten zum Gegenstand genauer und umfassender Kulturversuche und chemischer Untersuchungen gewählt worden, daß ich das wenige Material, welches in Bezug auf diese Gruppe von ökonomischen Pflanzen für die vorliegende Ausarbeitung benutzt werden kann, hier ungetheilt zusammenstelle.

Ueber die mittleren Erträge der Hülsenfrüchte pro Hectar gibt Boussingault die folgenden von Schwerz entlehnten Zahlen:

Art der Pflanze.	Gew. eines Hectoliter. Kil.	Aussaat pr. Hectar. Hectol.	Ertrag pro Hectar. Hectol.	Körner. Kil.	Stroh. Kil.
Schminkbohnen	65	1,5	24,3	1580	—
Feldbohnen	88	2,6	24,1	2121	2766
Erbsen	79	2,5	14,0	1106	3000
Linsen	85	2,0	16,0	1360	—
Wicken	85	1,7	15,0	1275	3000

Boussingault bemerkt, daß einige noch ziemlich unvollkommne Analysen über die Zusammensetzung der als Nahrungsmittel dienenden Hülsenfrüchte zu folgenden Resultaten zu führen scheinen:

	Schminkbohne.	Kleine Bohne.	Erbse.	Linse.
Wasser	17,5	12,5	9,6	12,5
Asche	3,2	3,0	3,0	2,5
Holzfaser und Pektinsäure	8,0	10,0	11,0	12,0
Proteïnverbindungen	22,0	27,5	20,4	22,0
Stärke	41,0	38,5	47,0	40,0
Fett	3,0	2,0	2,0	2,5
Zucker und Gummi	4,3	6,5	7,0	8,5

Durch direkte Stickstoffbestimmung fand Boussingault in den lufttrocknen gelben Erbsen 24,19 Prc. Proteïnverbindungen, in dem Erbsenstroh 11,28 Prc., in den Linsen 25,20 Prc., in dem Linsenstroh 6,36 Prc., in den Wicken 27,53 Prc., in den Feldbohnen 32,19 Prc. und in der weißen Bohne 28,85 Prc. Aehnliche Verhältnisse erhielt auch Horsford bei seinen Untersuchungen der Hülsenfrüchte:

	Wasser.	Proteïn.	Stärke.	Asche.
Tischerbsen aus Wien	13,43	24,41	33,59	2,75
Felderbsen aus Gießen	19,50	23,49	—	2,25
Tischbohnen aus Wien	13,41	24,71	32,56	3,79
Große weiße Bohnen aus Gießen	15,80	24,67	—	3,38
Linsen aus Wien	13,01	26,50	34,62	2,26

Zahlreichere Untersuchungen der Hülsenfrüchte verdanken wir Anderson, dem Chemiker der schottischen Hochlandsgesellschaft:

	Wasser.	Proteïn.	Fett.	Stärke ꝛc.	Asche.
Bohnen	15,84	24,70	1,59	54,51	3,36
Feldbohnen, in Schottland gewachsen	12,56	27,05	1,58	55,69	3,12
Desgl., aus dem Auslande	12,21	23,49	1,51	59,65	3,14
Hopetoun-Wicken, Schottland, 1849	16,09	28,32	1,49	52,61	1,49
Schottische Wicken, Ernte 1849	8,99	28,57	1,30	58,64	2,50
Sommerwicken, aus dem Auslande	12,13	26,54	1,26	57,72	2,35
Winterwicken, aus dem Auslande	15,80	26,73	1,59	53,04	1,59
Graue Felderbsen	11,94	24,25	3,30	57,99	2,52
Andere Erbsenart (Maple Peas)	13,63	19,43	1,72	63,18	2,04
Pferdebohnen	13,00	20,06	1,22	62,46	3,56
Große Linsen, Schottland	12,51	24,25	1,78	58,78	2,68
Linsen, aus dem Auslande	12,31	24,57	1,51	58,82	2,79
Mittel	13,08	24,83	1,49	57,73	2,60
Stroh der gemeinen schottischen Bohne	19,23	8,25	—	65,85	6,67
Stroh der Winterbohne	20,90	6,79	—	65,96	6,35
Schoten der Winterbohne	22,01	10,35	—	61,42	6,22
Stroh und Schoten zusammen	20,40	5,71	—	67,50	6,39

Zu den im Folgenden zusammengestellten Analysen, welche Rit-
hausen ausführte, ist zu bemerken, daß die grünen Wicken auf s[andigem]
Lehmboden als zweite Frucht nach der Düngung gewachsen waren, die sch[warzen]
Wicken auf thonigem Lehmboden, die Erbsen (eine grüne Varietät) auf sandig[em]
mageren Boden, die Winterlinsen und Saubohnen auf sandigem Lehmbo[den]
im zweiten Jahre der Düngung; die Lupinen waren aus der Dessauer Gegen[d].
Diesen Analysen füge ich noch einige andere von Stroh und den Schoten [der]
Futterwicken und Golderbsen bei, welche letzteren in Hohenheim ausgef[ührt]
worden sind.

	Wasser.	Asche.	Holzfaser.	Protein.	Uebrige Be[standtheile]
Grüne Wicken. Stroh	16,70	8,07	30,81	6,25	36,17
Spreu	15,14	9,31	22,74	9,49	43,32
Schwarze Wicken. Stroh	15,01	7,20	39,71	6,89	31,19
Spreu	14,71	9,47	33,98	15,30	26,54
Erbsen. Stroh	14,21	3,21	33,65	9,96	38,97
Winterlinsen. Stroh	13,27	8,89	36,61	14,55	26,68
Lupinen. Samen	14,71	4,04	17,53	34,18	29,54
Stroh	14,17	4,37	41,80	4,87	34,80
Saubohnen. Samen	14,39	3,40	11,41	25,46	45,34
Spreu	18,03	7,74	35,14	10,67	28,42
Futterwicken. Stroh	14,3	5,7	53,1	6,6	20,3
Schoten	14,3	6,4	49,6	7,2	22,5
Golderbsen. Stroh	14,3	4,3	51,8	4,8	24,8
Schoten	14,3	6,1	39,5	8,1	32,0

Ueber die Samen und Schoten verschiedener Sorten von Lupinen lie[gen]
noch Analysen von Eichhorn in Möglin vor:

	Samenkörner.			Schoten.	
	Gelb blühend.	Blau blühend.	Weiß blühend.	Blau blühend.	Ge[lb] blü[hend].
Wasser	14,32	14,95	13,25	14,81	[illegible]
Asche	3,80	3,41	2,97	2,85	[illegible]
Holzfaser	12,74	11,23	8,91	31,42	[illegible]
Fett	6,33	7,05	8,85	1,61	[illegible]
Stickstoffhaltende Körper	36,28	33,02	33,57	2,70	[illegible]
Uebrige Bestandtheile	26,53	30,34	32,45	46,61	[illegible]

Der Gehalt der Lupinen an Proteïnstoffen ist größer als bei ir[gend]
einer anderen als Futtermittel benutzten Substanz; der Futterwerth der Lu[pi-]
nen wird aber vermindert durch den ziemlich hohen Gehalt an Holzfaser [und]
durch das Vorkommen eines scharfen Bitterstoffes, welcher die Thiere un[-]
geneigt macht, größere Mengen von diesem Futter aufzunehmen, wozu [auch]
der Umstand beitragen mag, daß unter den stickstofffreien Nährstoffen k[eine]
Stärke, wie in den übrigen Hülsenfrüchten, sondern fast nur gummiartige [und]
schleimige Substanzen vorkommen. Der Nahrungswerth der Lupinensch[oten]

möchte sich in der Praxis dadurch etwas erhöhen, daß es nicht möglich ist, sie vollständig auszudreschen. In einer von Eichhorn untersuchten und zur Fütterung verwendeten Quantität Schotenhüllen fanden sich noch 14 Prc. Körner; in 100 Th. dieses Futters würden daher 5,94 Th. Proteïnstoffe, 46,72 stickstofflose Nährstoffe und 31,67 Th. Holzfaser enthalten sein. Zur Zeit der Blüthe, wenn die Schoten anfangen sich zu bilden, ist die blaue Lupine schon viel holziger und außerdem blattärmer als die gelbe Lupine; die erstere Pflanze enthielt 81,28, die letztere 86,48 Prc. Wasser und in der trockenen Substanz beider war das Stickstoffverhältniß wie 2,13 : 3,40. Die gelbe Lupine möchte daher zur Gründüngung und als Futtermittel mehr geeignet sein als die blaue, obgleich die letztere einen etwas höheren Ernteertrag liefert.

Das Schrot einer Mischung von Gerste und Wicken, etwa zur Hälfte aus beiderlei Körnern bestehend, enthielt nach einer von mir ausgeführten Analyse:

Wasser	17,14
Asche	3,96
Proteïnverbindungen	19,31
Holzfaser	7,59
Stickstofffreie Nährstoffe	52,00

Die Bohnen und Erbsen haben bekanntlich zuweilen die Eigenschaft, daß sie sich nicht gut weich kochen lassen, während sie, unter anderen Verhältnissen gewachsen, in der Kochhitze leicht eine mürbe Beschaffenheit annehmen. Ueber die Ursachen dieser Erscheinung, insofern dieselbe durch die Kultur bedingt ist, herrschen durchaus widersprechende Ansichten, die hier keine weitere Beachtung verdienen, weil sie im Allgemeinen jeder sicheren Begründung entbehren. Ich erwähne jene Eigenthümlichkeit der Hülsenfrüchte nur, um zu genaueren Beobachtungen und Untersuchungen aufzufordern. Auch die chemische Verschiedenheit der Erbsen und Bohnen, je nachdem sie sich mehr oder weniger leicht weich kochen lassen, ist bis jetzt noch nicht nachgewiesen und wir wissen nicht, ob die leicht weich kochenden Erbsen durch einen hohen Stärkemehlgehalt oder durch eine besonders große Menge an Proteïnverbindungen oder endlich durch eigenthümliche Verhältnisse der Aschenbestandtheile sich auszeichnen.

e. Die Oelfrüchte.

Ein französischer Landwirth, Gaujac, hat über die Erträge verschiedener Oelfrüchte vergleichende Versuche angestellt:

Winterölfrüchte.	Ertrag pro Hectar. Körner. Kil	Oel. Kil.	Kuchen. Kil.	100 Th. Körner lief. Oel. Prc.	Kuchen. Pr.
Raps, Colza, Brassica campestris	2400	935	1300	40	[illegible]
Winterrübsen, Br. rapa . . .	1925	750	1100	38	55
Weiße Rübe, Br. napus olei . .	2100	700	1312	33	62
Kohlrübe, Br. rapa esculenta .	1867	617	1137	33	61
Br. napobrassica	1950	650	1217	33	[illegible]
Sommerölfrüchte.					
Leindotter	2187	595	1475	27	72
Sonnenblume	2000	300	1600	15	[illegible]
Leinsamen	1950	420	1350	22	[illegible]
Mohnsamen	1312	612	687	46	[illegible]
Hanf	1000	250	700	25	[illegible]
Sommerrübsen	1500	450	975	30	[illegible]

Diese Erträge werden im Mittel auch in Deutschland auf gut kultivirtem Boden erzielt; das Gewicht der Schoten von Winterraps und Winterrübsen beträgt dann etwa 1800 Kil. und das des Strohes pro Hectar mindestens 3000 Kil. In Mitteldeutschland gehören Erträge an Winterraps von gegen 40 Hectolitern pro Hectar keineswegs zu den Seltenheiten, wo alsdann der Boden freilich 12 bis 14 Zoll tief bearbeitet und reichlich gedüngt sein muß.

In den Oelkuchen bleibt, je nachdem die betreffenden Pressen mehr oder weniger zweckmäßig eingerichtet sind, stets noch ein größerer oder geringerer Antheil des Oeles zurück. Boussingault erhielt z. B. von 1256 Kil. eines schönen Rübsamens 513,9 Kil. Oel und 628,5 Kil. Kuchen, also auf 100 Theile berechnet:

Oel	40,81 Prc.
Kuchen	50,12 „
Abgang	9,07 „

Die Analyse ergab jedoch für denselben Samen 50 Prc. Oel, so daß 100 Th. der Kuchen noch etwa 18 Prc. Oel enthalten mußten. Ebenso lieferten 1102 Kil. Madiasamen nur 289 Kil. oder 26,24 Prc. Oel, während die chemische Untersuchung 41 Prc. nachwies. Wenn die Kuchen zum Viehfutter bestimmt sind, so ist dieser Verlust an Oel, wie man mit Boussingault annehmen kann, nicht eben sehr zu beklagen, denn sicher tragen die Fettsubstanzen zur Ernährung bei; werden sie aber direkt als Dünger benutzt, so kann man das noch zurückgebliebene Oel als ziemlich verloren betrachten. In neuerer Zeit sind die Oelpressen wesentlich verbessert worden, so daß man in den Oelkuchen selten mehr als 10 bis 12 Prc. Oel oder 5 bis 6 Prc. vom dem Gewichte der ungepreßten Samen, oft noch weniger findet. Johnston untersuchte die Kuchen von Leindotter, sowie englische und amerikanische Leinsamenkuchen:

	Englische Leindotterkuchen.	Englische Leinsamenkuchen.	Amerikanische Leinsamenkuchen.
Wasser	9,95	10,05	10,07
Pflanzenschleim . .	35,00	39,10	36,25
Proteïnstoffe . . .	25,50	22,14	22,26
Oel	12,42	11,93	12,36
Holzfaser	10,16	0,53	12,69
Asche und Sand . . .	6,89	7,25	6,35

Boussingault hat den Stickstoff- und Wassergehalt in verschiedenen Sorten von Oelkuchen bestimmt:

	Wasser.	Stickstoff.	Proteïn berechnet.
Oelkuchen von Madia sativa	11,2 Prc.	5,06 Prc.	31,88 Prc.
Leinölkuchen	13,4 „	5,20 „	32,76 „
Rapsölkuchen	10,5 „	4,92 „	31,00 „
Leindotterölkuchen . . .	6,5 „	5,51 „	34,71 „
Hanfölkuchen	5,0 „	4,21 „	26,52 „
Mohnölkuchen	6,8 „	5,36 „	34,77 „
Nußölkuchen	6,0 „	5,24 „	33,01 „
Bucheckernölkuchen . . .	6,2 „	3,31 „	20,85 „

Die Untersuchungen Boussingault's unterscheiden sich von denen Johnston's und anderer Chemiker dadurch, daß sie einen auffallend hohen Gehalt an Stickstoff in den Oelkuchen nachweisen, welchen jedoch in neuerer Zeit auch zwei andere französische Chemiker, Soubeiran und Girardin, bestätigt fanden:

	Wasser.	Proteïn.	Oel.	And. Stoffe.	Asche.
Erdnußkuchen	12,0	33,64	12,0	37,36	5,0
Leindotterkuchen . . .	14,5	29,99	12,2	35,11	8,2
Hanfkuchen	13,8	33,64	6,3	35,76	10,5
Sommerrapskuchen . . .	13,2	30,37	14,1	35,83	6,5
Bucheckernkuchen . . .	14,0	24,38	4,0	51,42	6,2
Leinkuchen	11,0	33,64	12,0	36,36	7,0
Mohnkuchen	11,0	39,25	14,2	23,05	12,5
Sesamkuchen	11,0	31,25	13,0	35,25	9,5

Auch Anderson hat zahlreiche Analysen der Oelkuchen ausgeführt; die Leinölkuchen waren von verschiedenen Ostseehäfen nach Schottland gebracht und enthielten:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	Mittel.
Wasser	12,00	11,72	13,52	15,55	10,21	11,65	12,44
Oel	11,93	10,94	11,84	11,49	14,28	16,25	12,79
Stickstofffreie Substanz	42,68	43,64	41,38	38,23	40,60	41,43	41,36
Stickstoffhaltige Subst.	28,03	26,84	28,03	28,60	28,22	24,13	27,28
Asche	5,36	6,86	5,23	6,13	6,69	6,54	6,13

In den unausgepreßten Leinsamen und in den Hanfsamen, die ebenfalls mit gutem Erfolge als Futtermittel benutzt werden können, fand Anderson:

	Leinsamen.	Hanfsamen.
Wasser	7,50 Prc.	6,47 Prc.
Oel	34,00 „	31,84 „
Stickstoffhaltige Substanz	24,44 „	22,60 „
Asche	3,33 „	6,37 „
Andere Bestandtheile	30,73 „	32,72 „

Die Leinölkuchen enthalten nach Way, im Mittel aus 33 Analysen, 4,705 Prc. Stickstoff oder 29,78 Prc. Proteïnverbindungen, ferner 11,16 Prc. Oel, 8,31 Prc. Asche und 8,18 Prc. Wasser; die untersuchten Oelkuchen waren also sehr trocken.

Rapskuchen aus verschiedenen Orten nach Schottland eingeführt, bestanden nach den Untersuchungen Anderson's aus:

	Stettin.	Danzig.	Böhmen.	Unbekannt.	[illegible]
Wasser	12,27	10,11	8,64	11,72	10,[illegible]
Oel	10,00	9,68	14,32	10,42	11,[illegible]
Stickstoffhaltige Substanz	30,19	29,55	27,69	30,70	[illegible]
Asche	6,77	7,67	6,69	9,05	7,[illegible]
Andere Bestandtheile	40,77	42,99	42,66	38,01	[illegible]

Die Rapskuchen werden oft nur mit großem Widerwillen, zuweilen gar nicht von den Thieren verzehrt, weil sie einen bitteren und scharf riechenden, Durchfall erregenden Stoff enthalten, den man häufig an seinem Geruch erkennt, wenn man die Rapskuchen mit kaltem Wasser anrührt; bei der Anwendung von kochend heißem Wasser tritt der scharfe Geruch weniger deutlich hervor. Völcker vermuthet, daß dieser Stoff nicht den Rapskuchen eigenthümlich ist, sondern von einer zufällig oder absichtlichen Beimischung von Senfölkuchen herrührt. Die letzteren nämlich enthalten ein Ferment, welches bei der gewöhnlichen Temperatur mit Wasser in Berührung die Bildung eines flüchtigen, scharf riechenden und giftig wirkenden Oeles veranlaßt, dagegen bei 100° zerstört wird. Die Senfölkuchen können deshalb nicht als Futtermittel verwendet werden, sie sind daher billiger als die Rapskuchen und man benutzt sie zuweilen, um die letzteren zu verfälschen. Als Düngmittel äußern die Senfölkuchen eine ähnlich günstige Wirkung für die Vegetation wie die Rapskuchen, sie enthalten nach Völcker 12 Prc. Feuchtigkeit, 3,76 Prc. Stickstoff, 6,69 Oel und 5,80 Prc. Asche.

In den Oelkuchen des Mohns und von den Samen der Baumwolle wurden gefunden:

	Mohn.	Baumwolle.
Wasser	11,63	11,19
Oel	5,75	9,08
Stickstoffhaltige Substanz	31,46	25,16
Asche	12,98	5,64
Andere Bestandtheile	38,18	48,93

Einige von mir ausgeführte Bestimmungen führten zu den folgenden Resultaten, denen ich zwei Analysen der Rapskuchen von Ritthausen aus dem Jahre 1854 beifüge:

	Rapskuchen. 1852.	1851.		Leinkuchen. 1854.	
Wasser	16,62	14,9	18,16	15,03	13,9
Asche	8,22	8,8	7,15	6,18	12,0
Holzfaser	18,48	25,0	14,09	16,79	9,6
Oel	6,86	12,8	12,36	6,91	8,5
Proteïnsubstanz . . .	31,38	38,5 (Proteïnsubstanz und Andere Bestandtheile zusammen)	25,60	26,08	56,0 (Proteïnsubstanz und Andere Bestandtheile zusammen)
Andere Bestandtheile . .	18,44		27,43	29,01	

Die Schoten oder Kappen von Raps und Rübsen werden ebenfalls vielfach als Futtermittel benutzt; deren chemische Zusammensetzung ist noch nicht erforscht worden, nur Stöckhardt fand in den Schoten von Sommerrübsen, nach dem Trocknen bei 100°, 0,74 Prc. Stickstoff (also 4,66 Prc. Proteïnsubstanz) und 10,83 Prc. Asche.

Die Qualität, namentlich der Oelgehalt der Oelfrüchte ist beträchtlichen Schwankungen unterworfen und wird, wie bei allen Kulturpflanzen, durch Boden-, Düngungs-, Kultur-, klimatische und Witterungsverhältnisse bestimmt, deren Einfluß wir jedoch bis jetzt noch nirgends näher zu verfolgen im Stande sind.

Ueber die Kultur und die Bestandtheile anderer Handelspflanzen, wie des Leins und Hanfs, der Karden und des Tabaks, der Arznei-, Färbe- und Gewürzpflanzen werden wir hier keine weiteren Erörterungen anstellen, weil die bisher vorliegenden Resultate von quantitativen Anbauversuchen mit derartigen Pflanzen kaum ein allgemeines wissenschaftliches Interesse gewähren möchten, so lange nicht gleichzeitig mit den Kulturversuchen auch die nöthigen chemischen Analysen ausgeführt werden, und weil die landwirthschaftlich-technischen Fragen in diesem Werke nicht behandelt werden sollen.

C. Der Nahrungswerth der Futtermittel.

Es mögen an dieser Stelle einige Bemerkungen über den Nahrungswerth der Futterstoffe Erwähnung finden. Freilich sind, dem Zwecke dieses Werkes zufolge, specielle Erörterungen über die Viehhaltung und das Fütterungs-

wesen ausgeschlossen; jedoch halte ich es für nöthig, eine schon anderwei
angedeutete neue Methode zur Berechnung des Nahrungswerthes der Fu
stoffe auch hier zu beschreiben und deren Vortheile für die Praxis hervor
heben, weil der Gegenstand eine der wichtigsten Fragen betrifft, welche üb
haupt auf dem Gebiete der Landwirthschaft zu beantworten sind, weil fe
der Hauptzweck des ganzen intensiven Ackerbaues darin besteht, eine mögl
große Menge von guten und brauchbaren Nahrungsmitteln herbeizuscha
und deshalb auf die abweichende Qualität der letzteren im Vorhergehen
bereits mehrfach hat hingewiesen werden müssen und endlich weil bei der E
örterung der Futterwerthsfrage die hohe Bedeutung der Wissenschaft, nam
lich der Chemie, für die Praxis des Landbaues recht klar und deutlich v
Augen treten wird.

Ich lasse hier die schon früher von Seiten der Chemie gemachten Versu
zur Feststellung von theoretischen Futter- oder Nahrungsäquivalenten un
wähnt, weil jene Versuche zu Zahlen geführt haben, welche mit der bewäh
Erfahrung kaum annähernd in Uebereinstimmung sich befinden. Es ist n
ausreichend, mit Hülfe der chemischen Analyse eine ganz allgemeine Idee v
dem größeren oder geringeren Nahrungswerthe eines Futtermittels zu g
winnen; es muß durchaus jener Nahrungswerth durch eine einzige fe
stehende Zahl bezeichnet werden können, indem derselbe nur in die
Falle völlig klar und verständlich wird und sofort von der chemischen Ana
eine praktische Anwendung gemacht werden kann. Der Praktiker ve
langt eine wissenschaftlich begründete Nahrungswerth
Tabelle, welche unmittelbar an die Stelle der so sehr unzu
verlässigen Heu- oder Roggenwerths-Tabellen gesetzt u
wie diese benutzt werden kann.

Es ist eine längst bekannte Thatsache, daß eine möglichst vollstä
Ausnutzung vieler Futterstoffe nur unter gewissen Bedingungen
findet, welche die Praxis in einer als vortheilhaft befundenen Mischung
voluminösen und concentrirten, von saftigen und trocknen Futtermitte
kannt, die Wissenschaft aber in der Weise ausgesprochen hat: daß in
ganzen gemischten oder ungemischten Futterquantum, welches einem T
täglich vorgelegt wird, ein bestimmtes, aber nach dem jedesmaligen Zweck
Fütterung (Erhaltung der Thiere auf einem mittleren lebenden Gewicht,
zucht und Mästung) verschiedenes Verhältniß zwischen den stickstoffhalti
und stickstofffreien Nährstoffen obwalten und daß außerdem auch zwischen
Gesammtmenge der assimilirbaren Nährstoffe und der Menge der im F
vorhandenen völlig unverdaulichen Substanzen, wenigstens bei der Fütter
der wiederkäuenden Thiere (Schafe und Rindvieh) ebenfalls ein gewisses V

hältniß beobachtet werden muß. Wie diese Verhältnisse bei einer rationellen Fütterung sich gestalten, diese Frage läßt sich gegenwärtig noch nicht mit aller Klarheit beantworten, obgleich schon manche Thatsachen und Beobachtungen vorliegen, welche deutlich beweisen, daß sie ihrer Lösung nahe ist; hier kann ich dieselben unerörtert lassen, da die Brauchbarkeit der von mir berechneten Nahrungswerthe von der Lösung der erwähnten Frage nicht direkt abhängig ist. Die Berechnung der Nahrungswerthe der Futterstoffe beruht auf folgenden Grundlagen und Annahmen:

1. Sämmtliche Futterstoffe werden zusammen als eine einzige Mischung, als ein Ganzes betrachtet und in dieser Mischung ein bestimmtes Verhältniß zwischen den stickstoffhaltigen und stickstofffreien wirklichen Nährstoffen (also nach Abzug der Feuchtigkeit, Holzfaser und Asche) als feststehend angenommen, mag dieses Verhältniß nun 1 : 5 oder 1 : 3 oder 1 : 7 oder irgend ein anderes sein.

2. Die erwähnten beiden Hauptklassen von Nährstoffen haben für die Ernährung des Organismus bei den pflanzenfressenden Thieren völlig gleiche Bedeutung; die Thiere können nicht im normalen Zustande erhalten werden, wenn ihnen ausschließlich die eine oder andere Art der Nährstoffe geboten wird. Je nachdem das betreffende Verhältniß im ganzen täglichen Futterquantum 1 : 5 oder 1 : 3 ꝛc. für den jedesmaligen Zweck der Fütterung als feststehend angenommen wird, haben entweder 5 oder 3 ꝛc. Gewichtstheile stickstofffreier Nährstoffe gleichen Nahrungswerth mit einem Theil der stickstoffhaltigen Nährsubstanz; wird von der letzteren 1 Gewichtstheil im Futter ausgeschieden, so werden gleichzeitig 5 oder 3 ꝛc. Theile der ersteren außer Thätigkeit gesetzt; die Gesammtmenge der stickstofffreien Nährstoffe wird also nicht mehr vollständig ausgenutzt.

3. In Bezug auf jedes einzelne Futtermittel kann man als richtig annehmen, daß eine gegenseitige Vertretung zwischen den stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nährstoffen und zwar nach dem in der ganzen Futtermischung bestehenden Verhältniß stattfindet; was auf der einen Seite an stickstofffreien Nährstoffen zu viel ist, ist auf der anderen Seite an stickstoffhaltigen Nährstoffen entsprechend zu wenig und umgekehrt.

4. Sämmtliche Nahrungs-Aequivalente müssen auf eine bestimmte Grundzahl, nämlich auf 100 Theile verdaulichen, organischen Nährstoff (also frei von Halzfaser, Wasser und Asche) bezogen werden.

Ein Beispiel wird die hier angedeutete Methode zur Feststellung des Nahrungswerthes der Futterstoffe sofort verständlich machen. Man will den Nahrungswerth des Roggens berechnen oder die Gewichtsmenge des Roggens finden, welche gleichen Nähreffekt äußert wie 100 Theile reiner Nährstoff, in welchem die Proteïnverbindungen zu den Kohlenhydraten in dem Verhältniß

wie 1 : 5 stehen, von den ersteren also 16,67 Theile und von den letzteren 83,33 Theile zugegen sind. Man braucht dann nur die procentischen Verhältnisse der beiderlei Nährstoffe im Roggen mit einer gleichen und zwar einer solchen Zahl zu multipliciren, daß der Ueberschuß der einen Art der Nährstoffe, in diesem Falle an stickstofffreier Substanz über 83,33 Theile, zu dem Deficit der anderen Nährstoffklasse, in diesem Falle an stickstoffhaltiger Materie, also unter 16,67 Theile, in dem Verhältniß steht wie 5 : 1. Diese Zahl ist für den Roggen nahe 135, denn

$$1{,}35 \times 11{,}0 = 14{,}85 \text{ und } 1{,}35 \times 69{,}2 = 92{,}42, \text{ also}$$
$$(16{,}67 - 14{,}83 = 1{,}84) : (92{,}42 - 83{,}33 = 9{,}09) = 1 : 5.$$

Für die Roggenkleie erhält man auf dieselbe Weise die Zahl 130, denn

$$1{,}30 \times 13{,}8 = 17{,}94 \text{ und } 1{,}30 \times 59{,}4 = 77{,}22, \text{ also}$$
$$(17{,}94 - 16{,}67 = 1{,}27) : (83{,}33 - 77{,}22 = 6{,}11) = 1 : 5.$$

135 ist daher die Aequivalentzahl des Roggens, 130 diejenige der Roggenkleie oder es entsprechen 135 Pfund Roggen und 130 Pfund Roggenkleie im Nähreffekt 100 Pfund reinem Nährstoff. Die Aequivalentzahlen der Futterstoffe lassen sich leicht für alle Verhältnisse, welche in der ganzen Futtermischung zwischen den stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nährstoffen bestehen und für gewisse Zwecke der Fütterung festgehalten werden müssen, aus der procentischen Zusammensetzung der Futtermittel berechnen und zwar mit Hülfe der folgenden Formel:

1. Formel für das Verhältniß Nh : Nl*) = 1 : 5: $x = \frac{166{,}66}{5\,Nh} : \left(\frac{Nl}{5\,Nh} + 1\right)$

2. Formel für das Verhältniß Nh : Nl = 1 : 3. $x = \frac{150}{3\,Nh} : \left(\frac{Nl}{3\,Nh} + 1\right)$

3. Formel für das Verhältniß Nh : Nl = 1 : 7. $x = \frac{175}{7\,Nh} : \left(\frac{Nl}{7\,Nh} + 1\right)$

Nach obiger Methode erhält man die Zahlen, welche ich die absoluten Nahrungswerthe oder Futteräquivalente nenne, bei deren Feststellung vorausgesetzt wird, daß die Gesammtmenge der vorhandenen Nährstoffe auch wirklich zur Thätigkeit gelangt, diese Nährstoffe bei ihrem Durchgange durch den thierischen Körper vollständig ausgenutzt werden. Wie diese absoluten Nahrungswerthe, berechnet nach dem Verhältniß von 1 : 5, für verschiedene Gattungen von Futterstoffen sich gestalten, mag die folgende Zusammenstellung zeigen:

---

*) Die stickstoffhaltigen Nährstoffe sind mit Nh, die stickstofflosen mit Nl bezeichnet worden.

	Absoluter Nahrungswerth = 100 Th. Nährstoff.	Heu. = 100.
Wiesenheu	203 =	100
Heu der Gräser	189 =	93
Heu der Kleearten	175 =	86
Getreidekörner	135 =	66
Kartoffeln	565 =	278
Rüben	1210 =	598

Ein einziger Blick auf diese Verhältnißzahlen beweist, daß die durch Rechnung gefundenen Futterwerthe durchaus nicht mit der praktischen Erfahrung in Uebereinstimmung sich befinden, daß die ersteren also falsch sind oder wenigstens einer Berichtigung bedürfen. Die Aequivalente der Getreidekörner, Kartoffeln und Rüben sind hiernach im Verhältniß zu demjenigen des Heus viel zu niedrig oder auch das Heu ist in seinem Nahrungswerthe zu hoch angesetzt worden. Es muß daher für die Futterstoffe neben dem absoten auch noch ein Ausnutzungs-Aequivalent bestehen, welches letztere unter den gewöhnlichen Verhältnissen der Fütterung als das richtigere zu betrachten ist. Die wirklich vorhandenen Nährstoffe kommen nämlich häufig nicht vollständig zur Thätigkeit und es ist die Aufgabe der Wissenschaft, ein Mittel ausfindig zu machen, mit Hülfe dessen man vielleicht die Menge des der Verdauung sich entziehenden Nährstoffes berechnen und auf solche Weise das theoretische Nahrungsäquivalent mit dem in der Praxis beobachteten Nähreffekt in völlig genügende Uebereinstimmung bringen kann. Ein solches Mittel scheint in dem abweichenden Gehalte der verschiedenen Futterstoffe an Holzfaser gegeben zu sein.

Je mehr die als Futter verwendeten Pflanzentheile verholzt sind, je größer der procentische Gehalt an Holzfaser ist, desto größer ist auch die Menge der Nährstoffe, die unverdaut durch den Körper der Thiere hindurchgeht. Läßt sich nur für ein einziges, an Holzfaser reiches Futtermittel mit Genauigkeit das Verhältniß zwischen dem Gehalte an Holzfaser und der Menge des der Verdauung sich entziehenden Nährstoffes feststellen, dann wird man auch in dem erlangten Resultate das gewünschte Mittel besitzen, um gleichmäßig die absoluten Nahrungswerthe aller Futterstoffe einer ihrem Gehalte an Holzfaser entsprechenden Berichtigung zu unterwerfen. Hinsichtlich des Heu's kann man das angedeutete Verhältniß aus den Resultaten direkter Fütterungsversuche, sowie aus gewissen in der Praxis allgemein bestätigten Erfahrungen nachweisen. Bei den Fütterungsversuchen, welche im Jahre 1851 in Möckern ausgeführt wurden, bemerkte man, daß 4 Wochen lang das lebende Gewicht von 3 Stück Schafen, welche in einem mittleren Futterzustande sich befanden,

constant auf 251 Pfd. sich erhielt, wenn dieselben zusammen täglich 7,4
Heu verzehrten, und daß andere 3 Schafe derselben Race genau ein
lebendes Gewicht zeigten, wenn den Thieren 4 Pfd. Heu und $1\frac{1}{2}$
Roggenschrot täglich verabreicht wurde. Es haben also 3,4 Pfd. Heu
$1\frac{1}{2}$ Pfund Roggenschrot völlig gleichen Nähreffekt geäußert; die
Analyse weist nach, daß in 3,4 Pfd. Heu 1,70 Pfd. Nährstoff, in $1\frac{1}{2}$
Roggenschrot dagegen nur 1,20 Pfund Nährstoff enthalten ist, woraus
ergibt, daß in jenem Versuche fast ein Drittel des im Heu vorhandenen
stoffes der Verdauung sich entzog, nicht zur Thätigkeit gelangte. Das
sultat dieser Beobachtung wird in seiner Richtigkeit durch zahlreiche
weitig gemachte Erfahrungen über den Nähreffekt der saftigen und der
centrirten Futterstoffe im Vergleich mit demjenigen des Heu's und unter
rücksichtigung des absoluten Gehaltes an Nährstoff vollkommen bestätigt.
betrachte es als eine schon jetzt hinreichend feststehende Thatsache, daß bei
Fütterung einer Heusorte von mittlerer Güte nur zwei Drittel der wirklich
handenen Nährstoffe assimilirt, ein Drittel aber ungenutzt aus dem
wieder entfernt wird. Wenigstens ist der Nähreffekt von der Art, daß
vorläufig, so lange die Wirkung der einzelnen Futterbestandtheile (Stärke,
Zucker, Gummi rc.) noch nicht erforscht worden ist, die ausgesprochene
hauptung, daß ein Theil der Nährstoffe in dem Heu unverdaut bleibt,
richtig ansehen müssen.

Wenn die Zahl des absoluten Aequivalentes für das Heu = 203
ergeben hat, so muß, wenn ein Theil der Nährstoffe außer Rechnung
jene Zahl erhöht oder, was gleichbedeutend ist, das Nahrungsäquivalent
sprechend erniedrigt werden. Das procentische Verhältniß der Holzfaser
der Gesammtmenge der Nährstoffe in dem gewöhnlichen Wiesenheu
= 30,0 : 49,5 = 1 : 1,65; wenn man nun das Verhältniß zwischen
Holzfaser und dem Gesammtnährstoff als Mittel benutzt, um die Größe
finden, welche den Maßstab gibt zur Umwandlung des absoluten Nahrungs-
Aequivalentes in das sogenannte Ausnutzungs-Aequivalent, so
hält man z. B. für das Heu:

Verhältniß zwischen Holzfaser und Nährstoff = 1 : 1,65
Absolutes Nahrungs-Aequivalent = 203, also das

$$\text{Ausnutzungs-Aequivalent} = 203 + \left(\frac{203}{1,65} = 123\right) = 326.$$

Auf diese Weise sind nun in der folgenden Tabelle für die bekannten
Futterstoffe die absoluten und die Ausnutzungs-Aequivalente berechnet und
die letzteren auch in Heuwerth ausgedrückt worden. Das in dem ganzen,
einem Thiere täglich vorgelegten Futterquantum bestehende Verhältniß zwischen

stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nährstoffen möchte in der Praxis am häufigsten wie 1 : 5 sich gestalten, weshalb ich in der folgenden Futterwerthstabelle nur die auf dieses mittlere Verhältniß sich beziehenden Aequivalentzahlen zusammengestellt habe. In Betreff der Kartoffeln und Rüben und der Rückstände von deren Verarbeitung in den technischen Gewerben bemerke ich, daß ich bei diesen saftigen Futtermitteln das absolute und Ausnutzungs-Aequivalent als gleichbedeutend ansehe, weil die in denselben vorhandene Holzfaser wegen ihrer zarten Beschaffenheit wohl schwerlich der Ausnutzung der sehr leicht auflöslichen und verdaulichen Nährstoffe hindernd entgegentritt.

Art der Futterstoffe.	Nahrungswth. berechnet nach dem Verh. der stickstoffhaltigen Nährstoffe zu den stickstofffreien wie 1 : 5. Aequivalent			Gesammtmenge der Nährst. in 100 Th.	Stickstoffhaltige Nährstoffe in 100 Th.	Stickstofffreie Nährstoffe in 100 Th.	Verhältniß zwischen beiden.	Holzfaser in 100 Th.	Verhältniß zwischen d. Holzfaser u. den Nährst.	Wasser in 100 Th.	Aschenmenge in 100 Th.
	für den Gehalt an 100 Th. Nährstoff	für die Ausnutzung von 100 Th. Nährst.	Das Ausnutzungs-Aeq. in Heuwerth								
I. Heu.											
Wiesenheu von mittlerer Güte	203	326	100	49,5	8,2	41,3	1 : 5,04	30,0	1 : 1,65	14,3	6,2
Grummet, gut eingebracht	198	284	84	55,2	9,5	45.7	1 : 4,81	24,0	1 : 2,30	14,3	6,5
Rothklee, volle Blüthe	172	314	96	43,3	13.4	29,9	1 : 2,23	35 8	1 : 1,21	16,7	6,2
" Samenklee	248	648	199	29,7	9.4	20,3	1 : 2,16	48,0	1 : 0,62	16,7	5,6
Weißklee, volle Blüthe	154	234	72	49,2	14.9	34,3	1 : 2,30	25,6	1 : 1,92	16,7	8,5
Schwedischer (Bastard-) Klee, volle Blüthe	158	266	82	44,5	15,3	29,2	1 : 1,91	30,5	1 : 1,46	16,7	8,3
Schwedischer Samenklee	225	529	162	33,3	10,2	23,1	1 : 2,26	45,0	1 : 0,74	16,7	5,0
Luzerne, ganz jung, fußhoch	127	180	55	52.6	19,7	32,9	1 : 1,67	22.0	1 : 2,39	16,7	8,7
" in der Blüthe	177	369	113	36,9	14,4	22,5	1 : 1,56	40,0	1 : 0.92	16,7	6,4
Sandluzerne, Anfang der Blüthe	162	306	94	42,1	15,2	26,9	1 : 1,77	35,1	1 : 1,12	16.7	6,1
Esparsette, in der Blüthe	162	250	77	50,0	13,3	36,7	1 : 2,76	27,1	1 : 1,83	16,7	6,2
Infarnatklee " "	183	329	101	42,3	12.2	30,1	1 : 2,47	33,8	1 : 1,25	16,7	7,2
Gelber Klee " "	152	225	69	51,1	14.6	36,5	1 : 2.50	26 2	1 : 2,08	16,7	6,0
Futterwicke " "	157	238	73	49,5	14,2	35,3	1 : 2.48	25,5	1 : 1,94	16,7	8,8
Erbsen " "	154	230	71	51,1	14,3	36,8	1 : 2.57	25,2	1 : 2,04	16,7	7,0
Wickhafer " "	170	271	83	48,1	12,6	35,5	1 : 2,81	28,0	1 : 1,68	16,7	7,2
Spörgel, Ende der Blüthe	206	314	96	49.5	7,8	41,7	1 : 5,33	26,0	1 : 1,90	16,7	7,8
Italienisches Raigras	176	226	70	60,1	8,7	51,4	1 : 3,94	16,9	1 : 3,54	14,3	7,8
Thimotheegras	170	236	72	58,5	9,7	48,8	1 : 5,01	22,7	1 : 2,58	14,3	4,5
Kleines Rispengras	165	240	74	57.3	10,1	47,2	1 : 4,66	25,9	1 : 2,21	14,3	2,4
Gemeines Kammgras	175	244	75	57,5	9,5	48,0	1 : 5,04	22,6	1 : 2,54	14,3	5,5
Weiche Trespe	151	245	75	49,8	14,8	35.0	1 : 2,36	31,0	1 : 1,61	14,3	5,0
Knaulgras	169	263	81	52,3	11,6	40,7	1 : 3,51	28,9	1 : 1,81	14,3	4,6
Wiesengerste	185	283	87	51,6	9.6	42,0	1 : 4.39	27,2	1 : 1,89	14,3	5,3
Wiesenfuchsschwanz	181	286	88	50.1	10,6	39,5	1 : 3,74	29,0	1 : 1,73	14,3	6,7
Französisches Raigras	183	296	91	46,4	11.1	35,3	1 : 3,20	29,4	1 : 1,58	14,3	9,9
Englisches Raigras	186	300	92	49,1	10,2	38,9	1 : 3,83	30,2	1 : 1,63	14,3	6,5
Harter Schwingel	185	314	97	47,9	10,4	37,5	1 : 3,62	33,2	1 : 1,44	14,3	4,7
Kurzhaariges Hafergras	211	333	102	51,5	6,8	44,7	1 : 6,54	29,7	1 : 3,73	14,3	4,5
Ruchgras	205	336	103	49,1	8,9	40,2	1 : 4,49	31,2	1 : 1,57	14,3	5,4
Wiesenrispengras	200	336	103	48,0	8,9	39,1	1 : 4,41	32,6	1 . 1,47	14,3	5,1
Honiggras	194	334	103	46,6	9,9	36,7	1 : 3,72	33,6	1 : 1,39	14,3	5,5
Gemeines Rispengras	209	357	110	46,0	8,4	37,6	1 : 4.48	32,6	1 : 1,41	14,3	7,1
Goldhafer	223	363	112	49,0	6,4	42.6	1 : 6,65	30,8	1 : 1,59	14,3	5,9
Gemeines Zittergras	242	394	121	48,0	5,2	42,8	1 : 8,22	30,3	1 : 1,59	14,3	7,4

(Thimotheegras bis Gemeines Zittergras:) in der Blüthe geschnitten.

Art der Futterstoffe.	Nahrungswerth, berechnet nach dem Verh. der stickstoffhaltigen Nährstoffe zu den stickstofffreien wie 1 : 5. Aequivalent für den Gehalt an 100 Th. Nährstoff.	für die Ausnutzung von 100 Th. Nährst.	Das Ausnutzungs-Aeq. in Heuwerth.	Gesammtmenge der Nährst. in 100 Th.	Stickstoffhaltige Nährstoffe in 100 Th.	Stickstofffreie Nährstoffe in 100 Th.	Verhältniß zwischen beiden.	Holzfaser in 100 Th.	Verhältniß zwischen d. Holzfaser u. den Nährst.	Wasser in 100 Th.
II. Grünfutter.										
Gras, vor der Blüthe	597	860	264	15,9	3,0	12,9	1 : 4,30	7,0	1 : 2,21	75,0
„ gegen Ende der Blüthe	606	1005	308	17,5	2,5	15,0	1 : 6,00	11,5	1 : 1,52	69,0
Rothklee, Anfang der Blüthe	716	1109	340	10,0	3,3	6,7	1 : 2,03	5,5	1 : 1,82	[illegible]
„ volle Blüthe	638	1203	369	11,3	3,7	7,6	1 : 2,06	10,0	1 : 1,13	[illegible]
Weißklee „ „	652	992	304	11,5	3,5	8,0	1 : 2,28	6,0	1 : 1,92	[illegible]
Bastardklee, Anfang der Blüthe	754	1131	347	9,0	3,3	5,7	1 : 1,73	4,5	1 : 2,00	[illegible]
„ volle Blüthe	733	1238	380	9,6	3,3	6,3	1 : 1,91	6,6	1 : 1,15	[illegible]
Luzerne, fußhoch	549	772	237	12,3	4,5	7,8	1 : 1,73	5,0	1 : 2,46	[illegible]
„ in der Blüthe	566	1181	362	11,5	4,5	7,0	1 : 1,56	12,5	1 : 0,92	[illegible]
Sandluzerne, Anfang der Blüthe	626	1185	363	10,6	4,0	6,6	1 : 1,65	9,5	1 : 1,12	[illegible]
Esparsette, in der Blüthe	672	1035	318	12,0	3,2	8,8	1 : 2,75	6,5	1 : 1,85	[illegible]
Inkarnatklee „ „	823	1480	454	9,4	2,7	6,7	1 : 2,00	7,5	1 : 1,25	[illegible]
Gelber Klee „ „	631	934	287	12,5	3,5	9,0	1 : 2,57	6,0	1 : 2,08	[illegible]
Futterwicken „ „	721	1093	335	10,7	3,1	7,6	1 : 2,45	5,5	1 : 1,94	[illegible]
Erbsen „ „	690	1028	315	11,4	3,2	8,2	1 : 2,56	5,6	1 : 2,04	81,3
Hafer, Anfang der Blüthe	882	1398	426	11,1	2,3	8,8	1 : 3,83	6,5	1 : 1,71	81,0
Spörgel, Ende der Blüthe	1073	1638	502	9,5	1,5	8,0	1 : 5,33	5,0	1 : 1,90	[illegible]
Mais, spätreifer } Ende }	1262	1928	582	9,6	0,9	8,7	1 : 9,67	5,0	1 : 1,92	[illegible]
„ frühreifer } August }	1017	1416	434	12,0	1,1	10,9	1 : 9,91	4,7	1 : 2,55	[illegible]
III. Stroh.										
Winterweizen	415	1034	317	32,2	2,0	30,2	1 : 15,10	48,0	1 : 0,67	14,3
Winterroggen	483	1394	427	28,5	1,5	27,0	1 : 18,00	54,0	1 : 0,53	14,3
Wintergerste	419	1018	312	31,8	2,0	29,8	1 : 14,90	48,4	1 : 0,70	14,3
Sommergerste	349	770	236	35,7	3,0	32,7	1 : 10,90	43,0	1 : 0,83	14,3
„ mit Klee durchwachsen	258	495	152	40,7	6,0	34,7	1 : 5,78	37,5	1 : 1,09	14,3
Hafer	390	938	288	32,7	2,5	30,2	1 : 12,08	46,0	1 : 0,71	14,3
Schlegeldinkel	442	1191	365	29,7	2,0	27,7	1 : 13,75	50,0	1 : 0,59	14,3
Futterwicken	254	564	173	35,7	7,5	28,2	1 : 3,76	44,0	1 : 0,82	14,3
Erbsen	247	484	149	41,7	6,5	35,2	1 : 5,41	40,0	1 : 1,04	14,3
Linsen	171	324	100	41,2	14,0	27,2	1 : 1,94	36,6	1 : 1,13	14,3
Lupinen !	281	577	177	39,6	4,9	34,7	1 : 7,08	41,8	1 : 0,95	14,3
IV. Spreu (Schoten).										
Weizen	299	584	179	37,7	4,5	33,2	1 : 7,38	36,0	1 : 1,05	14,3
Dinkel	352	762	234	35,7	2,9	32,8	1 : 11,34	41,5	1 : 0,86	14,3
Roggen	365	902	277	31,7	3,5	28,2	1 : 8,06	46,5	1 : 0,68	14,3
Gerste	304	517	159	42,7	3,0	39,7	1 : 13,26	30,0	1 : 1,42	14,3
Hafer	335	673	206	33,7	4,0	29,7	1 : 7,43	34,0	1 : 0,99	14,3
Futterwicken	223	419	129	41,0	8,5	32,5	1 : 3,82	36,0	1 : 1,14	[illegible]
Erbsen	217	387	119	44,7	8,1	36,6	1 : 4,52	35,0	1 : 1,28	14,3
Saubohnen	204	393	120	40,0	10,5	29,5	1 : 2,81	37,0	1 : 1,08	15,0
Lupinen	279	464	143	49,7	2,5	47,2	1 : 18,88	33,0	1 : 1,51	14,3
Raps	296	625	192	40,7	3,9	36,8	1 : 9,44	45,3	1 : 0,90	[illegible]
V. Wurzelfrüchte.										
Kartoffeln	565		174	22,7	1,7	21,0	1 : 12,35	1,2	1 : 18,92	[illegible]
Topinambur	652		200	17,6	2,0	15,6	1 : 7,80	1,3	1 : 13,54	80,0
Futterrunkel, c. 3 Pfd. schwer	1174		360	10,2	1,0	9,2	1 : 9,20	0,9	1 : 11,33	[illegible]
Zuckerrübe, c. 2 Pfd. schwer	854		262	16,3	0,8	15,5	1 : 19,38	1,3	1 : 12,54	[illegible]
Kohlrübe	964		296	10,9	1,6	9,3	1 : 5,81	1,4	1 : 9,91	87,0
Mohrrübe, c. 1 Pfd. schwer	1028		316	11,4	1,2	10,2	1 : 8,50	1,3	1 : 8,77	[illegible]
Stoppelrübe	1680		516	6,7	0,8	5,9	1 : 7,38	1,0	1 : 6,70	91,5
Turnipsrübe	1570		482	6,1	1,1	5,1	1 : 4,64	1,0	1 : 6,10	[illegible]
Weißkraut	1128	1384	424	8,8	1,5	7,3	1 : 4,87	2,0	1 : 4,40	[illegible]
Krautstrunk	941	1140	350	13,3	1,1	12,2	1 : 11,09	2,8	1 : 4,75	[illegible]
Runkelrübenblätter	1543	1857	570	4,4	1,6	2,8	1 : 1,75	1,3	1 : 4,92	[illegible]

Art der Futterstoffe.	Nahrungswth. berechnet nach dem Verh. der stickstoffhaltigen Nährstoffe zu den stickstofffreien wie 1:5. Aequivalent: für den Gehalt an 100 Th. Nährstoff.	für die Ausnutzung von 100 Th. Nährst.	Das Ausnutzungs-Aeq. in Heuwerth.	Gesammtmenge der Nährst. in 100 Th.	Stickstoffhaltige Nährstoffe in 100 Th.	Stickstofffreie Nährstoffe in 100 Th.	Verhältniß zwischen beiden.	Holzfaser in 100 Th.	Verhältniß zwischen d. Holzfaser u. den Nährst.	Wasser in 100 Th.	Aschenmenge in 100 Th.
VI. Körner.											
rweizen	126	131	40	80,6	13,0	67,6	1: 5,20	3,0	1:26,87	14,4	2,0
nmehl	122	123	38	85,9	11,8	74,1	1: 6,28	0,7	1:12,27	12,6	0,8
geldinkel	146	166	51	70,2	11,0	59,2	1: 5,38	9,6	1: 7,31	14,8	3,9
n	124	126	39	81,1	13,5	67,6	1: 5,01	1,5	1:54,07	14,5	2,1
erroggen	135	141	43	80,2	11,0	69,2	1: 6,29	3,5	1:22,91	14,3	2,0
enmehl	135	137	42	83,7	10,0	73,7	1: 7,37	1,0	1:83,70	14,3	1,0
ergerste	150	167	51	74,9	9,0	65,9	1: 7,32	8,5	1: 8,81	14,3	2,3
nergerste	141	154	47	76,1	10,5	65,6	1: 6,25	7,0	1:10,87	14,3	2,6
	138	158	49	72,9	12,0	60,9	1: 5,08	10,3	1: 7,08	14,3	3,0
älter Hafer	118	123	38	82,9	14,5	68,4	1: 4,85	3,5	1:23,68	12,0	1,6
	144	154	47	78,0	9,5	68,5	1: 7,21	5,2	1:15,50	14,4	2,4
rente Maiskolben	327	600	184	45,4	1,4	44,0	1:31,50	37,8	1: 1,20	14,0	2,8
rwicken	89	98	31	76,7	27,5	49,2	1: 1,79	6,7	1:11,45	14,3	2,3
n	102	124	38	76,7	22,4	52,3	1: 2,34	9,2	1: 8,34	14,3	2,5
bohnen	96	111	34	71,0	25,5	45,5	1: 1,78	11,5	1: 6,35	14,5	3,5
n	97	106	33	75,8	23,8	52,0	1: 2,19	6,9	1:10,98	14,5	2,6
nen	82	103	32	67,5	34,5	33,0	1: 0,95	14,5	1: 3,97	14,5	3,5
gerste, Schrot	112	124	38	71,4	19,3	52,1	1: 2,70	7,6	1: 9,40	17,0	4,0
enkleie	130	145	45	73,2	13,8	59,4	1: 4,30	8,6	1: 8,51	15,0	3,4
enkleie	144	171	53	67,5	12,1	55,4	1: 4,58	12,5	1: 5,40	14,3	5,8
II. Abfälle von den hnischen Gewerben.											
Rückstände von Zuckerrüben.	625		192	21,1	1,4	19,7	1:14,07	6,3	1: 3,35	67,0	5,6
enschnitte, m. Wass. macerirt	2925		897	4,9	0,2	4,7	1:23,50	1,5	1: 3,30	93,0	0,6
Schnitte, mit Schlempe „	1975		606	5,2	0,8	4,4	1: 5,50	1,4	1: 3,71	92,6	0,8
empe von Kartoffeln	2083		639	4,0	1,0	3,0	1: 3,00	0,6	1: 6,67	94,8	0,6
„ „ Roggenschrot	962		295	8,9	2,1	6,8	1: 3,24	1,6	1: 5,56	89,0	0,5
„ „ Maisschrot	980		301	9,2	2,0	7,2	1: 3,60	1,3	1: 7,08	89,0	0,5
treber	474		146	16,7	4,6	12,1	1: 2,63	7,0	1: 2,39	75,0	1,8
zkeime	105	132	41	67,7	23,0	44,7	1: 1,94	17,5	1: 3,87	8,0	6,8
hmalz mit Keimen	225	246	76	46,0	7,0	39,0	1: 5,57	4,3	1:10,69	47,5	2,2
rmalz ohne Keime	139	152	47	85,1	8,8	76,3	1: 8,90	8,0	1:10,64	4,2	2,7
ölkuchen	95	110	34	68,4	27,0	41,4	1: 1,53	10,6	1: 6,45	14,1	6,9
sölkuchen	99	130	40	59,5	28,0	31,5	1: 1,12	18,5	1: 3,22	14,2	7,8
dotterkuchen	100	119	37	65,6	25,5	40,1	1: 1,57	12,5	1: 5,25	15,0	6,9

Daß eine Tabelle über die Nahrungswerthe der Futterstoffe, wie ich sie r zusammenzustellen versucht habe, dem Praktiker Vortheile mancherlei t darbietet, liegt klar vor Augen; es wird genügen, nur auf einige dieser rtheile näher hinzuweisen.

1. Man sieht augenblicklich, in welchem Verhältniß die absoluten Nahngs-Aequivalente der Futterstoffe zu den Ausnutzungs-Aequivalenten stehen, lche Futterstoffe man also durch geeignete Behandlung vor der Fütterung, B. durch Einweichen, Anbrühen, Dämpfen, Kochen, Maceriren ꝛc. zu ner höheren Verwerthung bringen kann; es sind dies die an Holzfaser reichen ttermittel, wie namentlich Stroh, Heu und Oelkuchen.

2. Es ist ferner aus der Tabelle ersichtlich, bei welcher Fütterungs… die einzelnen Futterstoffe am höchsten sich verwerthen oder in welcher Ver… bindung unter einander sie den höchsten Nähreffekt äußern. Die stickstoff… Futtermittel, wie die Hülsenfrüchte und Rapskuchen, zeigen ein weit hö… Ausnutzungs-Aequivalent, wenn sie in Verbindung mit stickstoffarmen Fu… mitteln, wie Stroh, Kartoffeln, Zuckerrüben ꝛc. verfüttert werden, als … man die ersteren neben gleichfalls ziemlich stickstoffreichen Substanzen … Thieren vorlegt. Bei der Fütterung von großen Quantitäten Klee… von grünem Klee würde es unzweckmäßig sein, Oelkuchen dem täglichen F… beizumischen. Je nachdem das Verhältniß zwischen den stickstoffhaltigen … stickstofffreien Nährstoffen im ganzen Futterquantum 1 : 3 oder 1 : 7 ist, … man als Heuwerth der Rapskuchen entweder die Zahl 53 oder 40. … Heuwerth der Getreidearten bleibt fast unter allen Umständen derselbe, weil i… sen Futtermitteln das Verhältniß zwischen den erwähnten Klassen der Näh… ziemlich ebenso wie im Heu ist. Diese aus der Rechnung unmittelbar sich erg… den Thatsachen werden durch die Erfahrungen der Praxis vollkommen bestä…

3. Aus den procentischen Mengen der stickstoffhaltigen und stickstoff… Nährstoffe findet man durch eine einfache Rechnung leicht die gegenseit… Mengenverhältnisse, in welchen man ein stickstoffreiches und ein stickstoffar… Futtermittel den Thieren vorlegen muß, wenn man einen Futterstoff von … lerer Zusammensetzung durch jene beiden anderen Substanzen ersetzen will … das einmal als vortheilhaft erkannte Verhältniß zwischen den stickstoffhalt… und stickstofffreien Nährstoffen im ganzen gemischten Futterquantum unverä… bleiben soll. Man hat z. B. bisher täglich 300 Pfd. Wiesenheu verfü… man wünscht 100 Pfd. von diesem Heu durch eine entsprechende Menge … Kartoffeln und Rapskuchen zu ersetzen. Wie man nun das Gewichts… hältniß, welches zwischen Kartoffeln und Rapskuchen beobachtet werden … findet, zeigt die folgende, schon von John angegebene Rechnungsweise:

x bedeutet die gesuchte Menge der Oelkuchen, y die der Kartoffeln; … enthält dann die Futtermischung

in den Rapskuchen	. . . .	31,5 x Nl + 28,0 x Nh
in den Kartoffeln	. . . .	21,0 y Nl + 1,7 y Nh
Zusammen	. . . .	(31,5 x + 21,0 y) Nl + (28,0 x + 1,7 y)

In dem Heu ist das Verhältniß von Nl : Nh = 504 : 100 und dies… Verhältniß soll auch in der gesuchten Mischung zugegen sein; man hat …

$$31{,}5\,x + 21{,}0\,y : 28{,}0\,x + 1{,}7\,y = 504 : 100$$

$$\text{oder } 3150\,x + 2100\,y = 14112\,x + 857\,y$$

$$\text{also } 10962\,x = 1243\,y$$

$$x : y = 1243 : 10962 = 1 : 8{,}82.$$

Man muß daher auf 8,82 Pfd. Kartoffeln 1 Pfd. Oelkuchen verfüttern. Aus der Tabelle ersieht man, daß für das hier in Rechnung gezogene Verhältniß von Nh : Nl = 1 : 5 1 Pfd. Oelkuchen = 2,5 Pfd. Heu und 8,82 Pfd. Kartoffeln = 4,76 Pfd. Heu, zusammen also = 7,26 Pfd. Heuwerth sind. Für 100 Pfd. Heu würde man daher im täglichen Futter fast genau 14 Pfd. Rapskuchen und 124 Pfd. Kartoffeln zu setzen haben.

4. Die Tabelle deutet gleichfalls an, in welchem Verhältniß man ein einfaches Futtermittel durch ein anderes zu ersetzen hat, ohne daß dadurch der bisherige Nähreffekt gestört wird. Man will z. B. von 300 Pfd. des bisher täglich verfütterten Heu's 100 Pfd. durch Oelkuchen ersetzen, wie viel muß man von den letzteren dem Gewichte nach verabreichen? Die Tabelle gibt an, daß bei dem Verhältniß zwischen stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nährstoffen im ganzen täglichen Futterquantum = 1 : 5 100 Pfd. Heu äquivalent mit 40 Pfd. Rapskuchen sind; wenn man aber Heu und Rapskuchen in den angegebenen Quantitäten wirklich sich vertreten läßt, dann wird dadurch das der Rechnung zu Grunde gelegte Verhältniß 1 : 5 wesentlich verändert; man hat dann

in 200 Pfd. Heu . . .	16,4 Pfd Nh und	82,6 Pfd. Nl
in 40 „ Rapskuchen .	11,2 „ „ „	12,6 „ „
in Summe . . .	27,6 Pfd. Nh und	95,2 Pfd. Nl

also Nh : Nl = 276 : 952 = 1 : 3,45.

Das diesem Verhältniß entsprechende Aequivalent von 100 Pfd. Heu an Rapskuchen beträgt nahezu 50 Pfd. oder da durch diese größere Quantität wieder eine entsprechende Erhöhung der Proteïnverbindungen und somit eine Verminderung im Nähreffekte der Rapskuchen eintritt, so folgt, daß bei den angeführten Fütterungsverhältnissen 100 Pfd. Heu erst durch etwa 55 Pfd. Rapskuchen ersetzt werden. Bei den Fütterungsversuchen mit Schafen, welche im Jahre 1851 in Möckern ausgeführt wurden, ergab sich, daß bei einer derartigen Fütterung (nämlich für 3 Stück Schafe täglich 4 Pfund Heu und 1½ Pfd. Rapskuchen) das Futteräquivalent der Rapskuchen in Heuwerth = 56,8 war, also fast genau übereinstimmend mit dem hier durch Rechnung gefundenen Resultat.

5. Jedes beliebige gemischte Futterquantum, welches ein Thier täglich verzehrt, kann mit Hülfe der hier entworfenen Tabelle leicht in seinem Gesammt-Nahrungswerth bestimmt und zugleich nachgewiesen werden, wie viel von dem ganzen beobachteten Nähreffekte jedem einzelnen der verabreichten Futterstoffe zukommt. Eine Kuh erhält und verzehrt z. B. täglich 8 Pfd. Heu, 15 Pfd. Gerstestroh, 20 Pfd. Rüben, 2 Pfd. Weizenkleien und 2 Pfd. Rapskuchen. Durch Multiplikation dieser Mengen mit den procentischen Verhältnißzahlen findet man, daß enthalten ist in:

8 Pfd.	Heu	. . . . . .	0,856 Pfd. Nh und	3,304 Pfd. N
15 „	Gerstestroh	. . .	0,450 „ „ „	4,905 „ „
20 „	Runkelrüben	. . .	0,200 „ „ „	1,840 „ „
2 „	Rapskuchen	. . .	0,560 „ „ „	0,630 „ „
2 „	Weizenkleien	. . .	0,242 „ „ „	1,108 „ „
		in Summa	2,108 Pfd. Nh u.	11,787 Pfd. N

Es stehen daher die beiderlei Nährstoffe zu einander in dem Verhältniß wie 1:5,6. Dieses Verhältniß ist dem in der Tabelle der Rechnung zu Grunde gelegten sehr nahe gleich, es können daher die dort aufgeführten Heuwerthe ohne weitere Veränderung in Anwendung kommen. Man erhält daher durch einfache Division die folgenden Heuwerthe:

8 Pfd.	Heu	= 8	Pfd. Heuwerth.
15 „	Gerstestroh	= 6,4	„ „
20 „	Runkelrüben	= 5,6	„ „
2 „	Weizenkleie	= 3,8	„ „
2 „	Rapskuchen	= 5,0	„ „
	in Summa	28,8	Pfd. Heuwerth.

Bei einer ganz ähnlichen Fütterungsweise wurde im Jahr 1853 auf der landwirthschaftlichen Versuchsstation in Möckern eine Kuh mehrere Monate lang bei der möglich höchsten Milchproduktion und auf einem mittleren lebenden Gewichte von 875 Pfd. erhalten; jene 28,8 Pfd. Heuwerth im täglichen Futter betrugen also $^1/_{30,4}$ des lebenden Gewichtes.

6. Es ist eine in der Praxis sehr verbreitete Annahme, deren Richtigkeit ich hier weder bestreiten noch behaupten will, daß man das Volumen des ganzen täglichen Futterquantums, an welches ein wiederkäuendes Thier (Rindvieh oder Schaf) durch die Art der Aufzucht oder überhaupt durch eine anhaltend gleichmäßige Fütterungsweise einmal gewöhnt ist, nicht wesentlich verändern darf, indem man glaubt, daß durch eine derartige Veränderung stets eine mehr oder weniger bedeutend verminderte Ausnutzung sämmtlicher Futterstoffe herbeigeführt wird. Schon Haubner hat darauf aufmerksam gemacht, daß die Bestimmung des Futter-Volumens nur dann einen Sinn hat, wenn dieselbe nach dem Gewichte der Trockensubstanz im Futter vorgenommen wird, unter gleichzeitiger Berücksichtigung des Nährstoffgehaltes. Eine noch klarere und bestimmtere Vorstellung von dem Volumen eines einfachen oder gemischten Futters erhält man, wenn man neben dem Gewichte der Gesammt-Trockensubstanz (des ganzen täglichen Futters, nach Abzug aller Feuchtigkeit und der Mineralstoffe oder Aschenbestandtheile) das in derselben vorhandene Verhältniß zwischen den wirklichen, verdaulichen Nährstoffen und der Holzfaser in Rechnung zieht. Je mehr Holzfaser in einem

Futter enthalten ist, desto voluminöser ist dasselbe. Man weiß aus den Resultaten direkter Versuche, daß die Gesammtmenge der Trockensubstanz (nach Abzug der Asche), welche eine Kuh im mittleren Futterzustande und von mittlerem lebenden Gewichte (800 bis 900 Pfd.) täglich in sich aufzunehmen vermag, reichlich 30 Pfd., dagegen bei einem Schafe der Merinorace unter ähnlichen Verhältnissen (wenn das Thier im lebenden Zustande 70 bis 80 Pfd. wiegt) etwa 3 Pfd. beträgt. Bei der in rationell und intensiv betriebenen Wirthschaften allgemein üblichen Fütterungsweise nimmt eine Kuh von dem angegebenen Gewichte täglich 24 bis 25 Pfd. organische Trockensubstanz mit dem Futter in sich auf, ein Schaf dagegen $2^1/_2$ Pfd. Das unter Nr. 5 angegebene tägliche Futterquantum einer Kuh enthielt an Gesammt-Nährstoff 13,89, also fast genau 14 Pfd. Die Menge der Holzfaser in jenem Futter findet man sehr leicht mit Hülfe der procentischen Mengen dieser Substanz. Es sind nämlich enthalten in:

8 Pfd.	Heu	2,400 Pfd.	Holzfaser
15 „	Stroh	6,450 „	„
20 „	Runkelrüben	0,180 „	„
2 „	Weizenkleien	0,250 „	„
2 „	Rapskuchen	0,370 „	„
	in Summa	9,650 Pfd.	Holzfaser.

Die Gesammtmenge der organischen Trockensubstanz beträgt also genau 23,54 Pfd. und das Futter ist somit nach allen Erfahrungen der Praxis ein völlig genügendes und geeignetes. Um für die nähere Beurtheilung des Volumens des ganzen Futterquantums einen passenden Anhaltspunkt zu gewinnen, geht man am natürlichsten von der vollen Heufütterung aus. Wie wir gesehen haben, entspricht das obige gemischte Futterquantum einem Heuwerthe von 28,8 Pfd. In diesem Gewichte des Wiesenheu's sind 8,64 Pfd. Holzfaser und 14,26 Pfd. Nährstoff, zusammen 23,90 Pfd. organischer Trockensubstanz enthalten. Der Nährstoffgehalt ist also in jener Füttermischung fast völlig übereinstimmend mit dem des Heu's, die Menge der Holzfaser und somit das Volumen nur unbedeutend größer, es ist daher jene Futtermischung nach Nährstoffgehalt und Volumen als eine vollkommen rationelle anzusehen.

7. Bei der Mästung der Thiere vermindert man nach und nach das Volumen des Futters, man ersetzt die an Holzfaser reichen Nahrungsmittel durch intensiv nährende oder sogenannte concentrirte Futtermittel, in welchen der höhere Nährstoffgehalt auch leicht und vollständig ausgenutzt wird. In welchem Verhältnisse diese allmälige Futterveränderung mit Bezug auf die einzelnen Futtermittel stattfinden muß, deutet die Tabelle gleichfalls an. Bei

der Erhaltung der Schafe auf einem mittleren lebenden Gewichte ist das Verhältniß zwischen der Holzfaser und der Gesammtmenge der Nährstoffe im täglichen Futter gewöhnlich = 3 : 4, bei den Kühen etwa = 3 : 5; bei der Mästung beider Thiergattungen steigt das Verhältniß zu Gunsten der Nährstoffe und wird = 1 : 2 und selbst 1 : 3.

8. Um 100 Pfd. lebendes Gewicht bei feinen Merinoschafen zu erhalten, wenn die Thiere in einem mittleren Zustande sich befinden, etwa 70 bis 80 Pfd. pro Stück schwer sind, ist eine tägliche Gabe von 3 Pfd. Wiesenheu oder Heuwerth erforderlich. Bei den Milchkühen sind auf 100 Pfd. lebendes Gewicht täglich $3^1/_3$ bis $3^1/_2$ Pfd. zu rechnen und im gemästeten Zustande beider Thiergattungen sind für denselben Zweck 4 Pfd. Heuwerth auf 100 Pfd. lebendes Gewicht der Thiere täglich zu verfüttern. In 3 Pfd. Wiesenheu sind, der chemischen Analyse zufolge, im Mittel 1,50 Pfd. Nährstoffe enthalten; von diesen aber kommen, bei den gewöhnlichen Fütterungsverhältnissen, nur etwa $^2/_3$ zur Thätigkeit, so daß also auf 100 Pfd. lebendes Gewicht bei der Erhaltung der Schafe nur 1 Pfd. wirklich verdauter Nährstoff zu rechnen ist. Als das passendste Verhältniß zwischen den stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nährstoffen, bei welchem das Futter am meisten ausgenutzt wird und also am höchsten sich verwerthet, betrachte ich das zwischen 1 : 5 und 1 : 6 liegende, theils weil direkte Fütterungsversuche diese Ansicht bestätigen, theils weil jenes Verhältniß sowohl in den Gräsern, im Wiesenheu als auch in den Körnern aller Getreidearten, mithin in den natürlichsten Nahrungsmitteln für Menschen und Thiere das allein vorherrschende ist. Die auf 100 Theile Nährstoff berechneten Ausnutzungs-Aequivalente der Tabelle geben nun sofort die Mengen an, welche von jedem einzelnen Futtermittel täglich zu verfüttern sind, um 10,000 Pfd. lebendes Gewicht bei Schafen zu erhalten. Ein ähnliches Verhältniß wird auch bei den Zugochsen, wenigstens während der Winterfütterung, zu beobachten sein; bei dem Jungvieh, den Milchkühen und namentlich den Mastthieren ist eine entsprechende Menge an Nährstoff im täglichen Futter zuzugeben.

III. Die Erschöpfung des Bodens durch die Kultur.

Durch die intensive Kultur des Bodens soll auf einer gegebenen Fläche Landes die möglichst größte Masse an organischer Substanz, an Nahrungsmitteln für Menschen und Thiere erzeugt werden. Die Naturwissenschaft des Ackerbaues hat alle die Mittel, welche zur Erreichung jenes Zieles angewendet werden müssen, aufzusuchen und zu beleuchten, unbekümmert, ob äußere Verhältnisse die Benutzung dieser Mittel vortheilhaft erscheinen lassen oder nicht.

Im Vorhergehenden haben wir den Einfluß einer passenden Düngung, der Entwässerung, der Bearbeitung des Bodens und der Behandlung der Kulturpflanzen während der Zeit ihres Wachsthums auf die Quantität und Qualität der Ernten von dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft aus einer ausführlichen Besprechung unterworfen. Als letzte wichtige Bedingung eines rationellen, naturwissenschaftlich begründeten Ackerbaues, ist noch die richtige Fruchtfolge in Erwähnung zu bringen; ehe wir jedoch deren Bedeutung für die Gestaltung der Ernten erörtern können, müssen wir einen Blick werfen auf das abweichende Verhalten der einzelnen Kulturpflanzen gegen die pflanzenernährenden Bestandtheile des Bodens, wir müssen die Ursachen zu ergründen suchen, welche die schnellere oder langsamere Erschöpfung des Bodens durch die Kultur bewirken.

Alle im Großen angebauten Pflanzen werden ernährt durch dieselben Nahrungsstoffe; die letzteren sind mit Ausnahme des Sauerstoffes nicht ganz einfache, unzerlegbare Körper. Die Pflanzennährstoffe sind aber auch nicht, wie die Nährstoffe, welche den thierischen Organismus erhalten, complicirt aus drei, vier und mehreren Elementen zusammengesetzte Verbindungen, sie bestehen sämmtlich nur aus zwei einfachen Körpern und heißen: Wasser, Kohlensäure und Ammoniak (Salpetersäure), welche Verbindungen zur Erzeugung der organischen Masse der Pflanzen den nöthigen Stoff liefern; ferner: Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kieselsäure, Kalk, Magnesia und Kali, welche Mineralkörper die vorherrschenden oder die wesentlichen Aschenbestandtheile aller Kulturpflanzen bilden. Fehlt eins von den genannten Nahrungsmitteln im Boden, oder ist dasselbe nicht in einem in Wasser auflöslichen Zustande vorhanden, dann gelangt keine einzige Pflanze zur vollkommnen und normalen Entwicklung; sind aber alle jene Stoffe in der nöthigen Form und Menge zugegen, dann gedeihen alle ökonomischen Gewächse, unter sonst günstigen physikalischen Verhältnissen, gleich üppig in dem betreffenden Boden. Die todbringende Giftpflanze und die das thierische Leben erhaltende Brodfrucht, sie wachsen friedlich neben einander auf derselben Erdscholle und entziehen sich gegenseitig die im Boden vorhandene allgemeine Pflanzennahrung. Wir vermögen wohl durch gewisse Düngungs- und Kulturmethoden auf die Entwicklung einzelner Organe der Pflanze, auf die vermehrte Bildung eines organischen Bestandtheiles einzuwirken; immer muß hierzu aber in der Struktur, in dem physiologischen Bau der betreffenden Pflanze schon die Anlage gegeben sein; niemals wird es gelingen, in einem Gewächse, welches, wie die Kartoffel, vorzugsweise zur Stärkebildung geneigt ist, Zucker zu erzeugen oder in der Runkelrübe statt Zucker Stärke entstehen zu lassen. Die früheren Theorien von einer specifischen, für das Gedeihen einer jeden Kultur-

pflanze erforderlichen organischen Nahrung oder besonderen Humus...
sind veraltet und bei dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft ...
mehr zu vertheidigen.

Die Pflanzennahrung fließt aus einer doppelten Quelle: aus ...
Boden und aus der atmosphärischen Luft; die letztere enthält in beträ...
Menge Wasser, Kohlensäure und Ammoniak (Salpetersäure), der ...
außer diesen zur Bildung der organischen Pflanzensubstanz nöthigen ...
rungsstoffen noch die ebenfalls wesentlichen Mineralkörper. In einem ...
welcher die mineralische Pflanzennahrung in einer passenden Form ...
aber jeglicher Spur von Kohlensäure und Ammoniak und von Humus ...
behrt, können sehr viele Pflanzen zur normalen, manche sogar zur ...
Entwicklung gelangen; aber die verschiedenen Pflanzengattungen ...
unter diesen Verhältnissen sehr abweichende Erscheinungen darbieten ...
Grad ihrer Ausbildung wird bedingt sein durch ihr Vermögen, die ...
Atmosphäre verbreitete Pflanzennahrung in größerer oder geringerer ...
sich anzueighen. Es ist eine längst bekannte Thatsache, daß die ...
schiedenen Kulturpflanzen den Boden in einem sehr ...
schiedenen Grade erschöpfen; einige greifen den Boden stark, ...
wenig an, noch andere endlich lassen denselben nach der Ernte sogar in ...
bereicherten Zustande zurück. Die Ursachen, welche diese Erscheinung ...
den bei der landwirthschaftlichen Praxis in unserem ...
mäßigten Klima allgemein vorherrschenden Verhältniss...
bedingen, will ich schon hier vorläufig andeuten:

1. Die Pflanzen nehmen zwar qualitativ überall dieselben Nahrungs...
stoffe aus dem Boden auf, aber hinsichtlich der Quantität dieser Stoffe ...
halten sie sich sehr verschieden; einige Pflanzen verlangen eine große ...
von gewissen Substanzen, andere dagegen sind in dieser Hinsicht sehr ...
sam, haben aber vielleicht wieder andere Bedürfnisse.

2. Einige Pflanzen haben in Folge der Form und Ausdehnung ...
Wurzeln die Fähigkeit, in einem weiten Umkreise und aus großer Tiefe ...
Nahrungsstoffe zu sammeln, andere verlangen dieselben in der nächsten ...
gebung und in reichlicher Menge.

3. Die Struktur der Wurzeln gestattet einigen Pflanzen gewisse ...
rungsstoffe in deren wässeriger Auflösung mit Leichtigkeit in sich aufzunehmen, ...
während die Pflanzenmembran bei anderen Gewächsen dieselben Stoffe ...
langsamer und schwieriger durch sich hindurch läßt, so daß zum üppigen ...
deihen eine vermehrte Zufuhr der betreffenden Nahrung nöthig wird oder ...
concentrirtere Lösung derselben den Wurzeln dargeboten werden muß.

4. Einige Pflanzen bilden ihre organische Masse fast ausschließlich ...

Kosten der atmosphärischen Nahrungsstoffe, während andere, namentlich die nöthige Stickstoffnahrung vorzugsweise dem Boden entziehen.

5. Die Menge und chemische Beschaffenheit der Ernte-Rückstände muß ebenfalls für die Gestaltung der nachfolgenden Erträge von Bedeutung sein und daher bei der Erörterung der Frage über die Erschöpfung des Bodens durch die Kultur berücksichtigt werden.

Die hier kurz angedeuteten Ursachen der Erschöpfung des Bodens sollen nun im Folgenden näher besprochen werden; jedoch lassen die 4 zuerst erwähnten Punkte nicht wohl eine streng geschiedene Behandlung zu.

Es liegt die Vermuthung nahe, daß die Pflanzen in dem Grade den Boden erschöpfen müssen, als die chemische Zusammensetzung der Ernten die Aufnahme einer größeren oder geringeren Menge der verschiedenen Nahrungsstoffe andeutet. Hinsichtlich des in der Ernte enthaltenen Kohlenstoffes kann jedoch diese Vermuthung nicht richtig sein, denn ich habe schon in dem ersten Theile dieser Ausarbeitung den Beweis geliefert, daß die Pflanzen, wenigstens die höher organisirten, also auch alle Kulturpflanzen zur völligen Entwicklung gelangen können, ohne daß ihnen im Boden eine Quelle von kohlenstoffhaltiger Nahrung dargeboten wird; die hohe Bedeutung des Humus, als eines wesentlichen Bestandtheiles des fruchtbaren Ackerbodens wird hierdurch nicht geläugnet. Die Atmosphäre liefert den Pflanzen unter allen Umständen die zu ihrer Entwicklung nöthige Kohlenstoffnahrung. Im weiteren Verlaufe dieses Kapitels werde ich noch einige neue Beweise zur Bestätigung der erwähnten Thatsache anführen können; ich beschränke mich daher hier auf die Betrachtung der übrigen Bestandtheile der Ernten. Es wird für den vorliegenden Zweck genügen, wenn ich von den wichtigeren und besonders vorherrschenden Bestandtheilen der am meisten angebauten Kulturpflanzen die Mengen angebe, welche auf der Fläche eines Hectar in der betreffenden Ernte enthalten sind. Die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Zahlen beziehen sich auf mittlere Ernteerträge, wie solche unter günstigen Kultur-, Boden- und klimatischen Verhältnissen sich gestalten; die wirklichen Mittel, wenn man auch die dem Gedeihen der Kulturpflanzen ungünstigeren Verhältnisse in Rechnung ziehen wollte, würden etwas niedriger ausfallen.

	Ertrag pr. Hectar. Kil.	Gehalt der Ernteerträge an: Stickstoff. Kil.	Asche. Kil.	Phosphorsäure. Kil.	Kali. Kil.	Kalk und Magnesia. Kil.	Kieselsäure. Kil.
Weizen.							
Körner	2000	36,8	35,0	16,9	10,5	6,0	0,5
Stroh	5000	15,0	225,0	9,2	42,1	12,4	158,6
	7000	51,8	260,0	26,1	52,6	18,4	159,1

	Ertrag pr. Hectar.	Stickstoff.	Asche.	Gehalt der Ernteerträge an: Phosphorsäure.	Kali.	Kalk und Magnesia.
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
Roggen.						
Körner	1600	30,6	27,7	13,1	9,3	4,0
Stroh	3800	13,3	152,0	4,0	29,6	10,0
	5400	43,9	179,7	17,1	38,9	14,0
Gerste.						
Körner	2300	39,3	63,3	21,8	13,2	5,4
Stroh	4000	12,0	180,0	7,2	47,2	16,2
	6300	51,3	243,3	29,0	60,4	21,6
Hafer.						
Körner	2000	37,4	70,0	17,5	11,2	7,7
Stroh	4000	12,0	240,0	7,7	62,8	24,0
	6000	49,4	310,0	25,2	74,0	31,7
Saubohnen.						
Körner	2000	82,2	63,8	21,8	28,7	8,7
Stroh	3000	36,0	150,0	15,0	36,0	54,0
	5000	118,2	213,8	36,8	64,7	62,7
Erbsen.						
Körner	1500	53,1	37,7	11,4	16,6	6,0
Stroh	3000	53,7	150,0	11,3	40,5	54,0
	4500	106,8	187,7	22,7	57,1	60,0
Wicken.						
Körner	1500	65,3	45,0	15,3	18,5	5,9
Stroh	3000	51,0	165,0	14,9	33,0	75,9
	4500	116,3	210,0	30,2	51,5	81,8
Raps.						
Körner	2400	80,0	96,0	41,3	24,8	26,8
Stroh	4500	13,5	189,0	11,3	58,6	56,7
	6900	93,5	285,0	52,6	83,4	83,5
Runkelrüben	40,000	96,0	384,0	23,0	172,6	43,8
Blätter	10,000	28,0	188,0	12,2	75,2	30,1
	50,000	124,0	572,0	35,2	247,8	73,9
Kartoffeln	20,000	82,0	204,0	23,1	105,1	14,7
Kleeheu	6000	130,8	390,0	24,6	105,7	120,9
Wiesenheu	4000	53,2	246,4	13,3	57,9	61,9

Man sieht aus dieser Tabelle, daß die Ernten der Kulturpflanzen verschiedene Mengen der einzelnen Bestandtheile enthalten: der Stickst[off] ist in allen Halmfrüchten, wie auch im Wiesenheu fast in gleicher Menge gegen, während diese Substanz von dem Raps, allen Hülsenfrüchten, Rüben, Kartoffeln und namentlich dem Klee auf einer gleichen Fläche La[nd] in doppelt so großer Quantität gebunden wird. Der Gehalt an Pho[s]phorsäure ist in den Ernten fast aller Kulturpflanzen ziemlich über

stimmend, nur in dem Raps erhebt sich derselbe beträchtlich über das Mittel, während das letztere in dem Wiesenheu nicht erreicht wird. In einer reichlichen Rübenerte ist an **Kali** die enorme Quantität von 250 Kil. enthalten, 5 Mal mehr als in dem Ertrage einer Halmfrucht; die Kalimenge in dem Klee und den Kartoffeln übertrifft die der Halmfrüchte um das Doppelte und Dreifache, während dieselbe in den Hülsenfrüchten nicht sehr abweichend ist; die letzteren und der Klee sind dagegen ausgezeichnet durch einen hohen **Kalkgehalt**; in den Halmfrüchten und überhaupt in den Gräsern ist die **Kieselsäure** vor allen übrigen Bestandtheilen vorherrschend.

Die auf Versuche und Untersuchungen gestützte Erfahrung ist überall auf dem Gebiete der Landwirthschaft die sicherste Führerin bei theoretischen Erörterungen; wir stellen auch hier an die Erfahrung die Frage, **ob die gefundenen Verhältnisse in der chemischen Zusammensetzung der Ernten maßgebend sind bei der Beurtheilung der Fähigkeit der Kulturpflanzen, den Boden in einem höheren oder geringeren Grade auszusaugen, d. h. für die nachfolgenden Ernten weniger fruchtbar zu machen.**

Seitdem man die sogenannten concentrirten oder stickstoffreichen Düngstoffe, wie namentlich Rapsmehl, Knochenmehl, Guano, Chilisalpeter und Ammoniaksalze, in größerer Menge bei der Kultur der Pflanzen verwendet, hat man die überall bestätigte Erfahrung gemacht, daß mit Hülfe dieser Substanzen weit höhere und mehr gesicherte Ernteerträge, als früher erzielt werden. Diese Thatsache deutet schon darauf hin, **daß unter den gewöhnlich vorhandenen Verhältnissen die in dem Boden enthaltene Stickstoffnahrung die Erzeugung einer nur mäßigen oder mittleren Ernte gestattet, während die fixen mineralischen Nahrungsstoffe ausreichen, um die üppigste Vegetation hervorzubringen**; noch bestimmter wird aber die Richtigkeit der hier gezogenen Schlußfolgerung durch die Resultate nachgewiesen, welche in neuerer Zeit auf einzelnen, ganz ohne Stallmist und ausschließlich mit jenen käuflichen, concentrirten Düngmitteln bewirthschafteten Landgütern gewonnen worden sind. So wendet z. B. der Landwirth **Rötschke** in der sächsischen Oberlausitz auf seinem Gute seit 15 Jahren nichts wie künstliche Düngemittel an, anfangs Rapskuchen (1600 Kil. pro Hectar), später Knochenmehl (1400 Kil. pro Hectar) und Guano; bei einer keineswegs sehr schonenden Fruchtfolge (Weizen oder Roggen gedüngt, Kartoffeln, Gerste, Mäheklee, Roggen gedüngt, Hafer, Weißklee, zeitig umgeackert und Erbsen und Flachs gesäet) sind bis jetzt stets vortreffliche Ernten gemacht worden. Der Boden ist ein guter Lehm mit Granit-Unterlage. Noch auffallender ist die Mit-

theilung eines englischen Landwirthes, Evershed; dieser hat ebenfalls in 15 Jahren 50 Ruthen eines leichten Sandbodens, wie das angrenzende Feld nach den 4schlägigen Systeme (Turnips, Gerste, Kleegras und Weizen) kultivirt, aber anstatt Stallmist, jährlich zu jeder Frucht mit 50 Pfd. Chilisalpeter gedüngt, immer als Kopfdüngung angewandt. Alle Wurzelfrüchte wurden von jener Fläche entfernt und niemals organischer Dünger aufgebracht, mit Ausnahme der Grasbrache, der Weizen- und Gerstestoppeln und der Blätter der auf diesem Lande gewachsenen Wurzelfrüchte. Die Wirkung des Chilisalpeters auf die wachsende Pflanze war stets eine fast augenblickliche und die Ernte regelmäßig ebenso gut und reichlich, wie auf dem übrigen mit Stallmist gedüngten Felde. Andere Wirthschaften in Deutschland und England haben ganz ähnliche Resultate geliefert und keineswegs sind diese Beobachtungen auf Landgütern gemacht worden, deren Ackerboden einen ganz besonders hohen Grad von natürlicher Fruchtbarkeit besaß, es waren vielmehr Ländereien von mittlerer Güte, wie dieselben gerade besonders häufig in der Wirklichkeit vorkommen; selbst sehr sandige, leichte Bodenarten, z. B. in Pfalzdorf am Niederrhein werden seit 12 Jahren oft ausschließlich unter Anwendung von Guano kultivirt und bisher ist noch kein Mangel an alkalischen Verbindungen in diesem Boden eingetreten; sogar der Streu- und Flugsand der Campine und der Lüneburger Haide scheint einen Ueberschuß an mineralischen Nahrungsstoffen zu enthalten und reichliche Ernten zu liefern, wenn man nur Stickstoff und Phosphorsäure in passenden Verbindungen, z. B. in der Form von Guano dem Acker zuführt, während unter diesen Bodenverhältnissen eine ausschließliche Düngung mit Asche eine wenig lohnende Wirkung zeigt.

Einzelne Bodenarten besitzen eine fast unerschöpfliche natürliche Fruchtbarkeit, welche gestattet, von denselben eine lange Reihe von üppigen Ernten zu nehmen, ohne daß es nöthig wäre, dafür in der Aufbringung von Düngmitteln einen Ersatz zu liefern. Von solcher Art sind die humusreichen Bodenarten in manchen Gegenden Nordamerikas, Ungarns, ferner der sogenannte Tschornasem Rußlands; auch der tiefe und reiche Boden mancher Niederungen in Deutschland bringt bei schwacher Düngung reichliche Ernten hervor und producirt oft ohne frische Düngung, wenigstens für eine gewisse Reihe von Jahren, eine fast ebenso große Masse an nutzbarer vegetabilischer Substanz, als wenn beträchtliche Quantitäten Dünger nach jedem zweiten, dritten oder vierten Jahre dem Boden aufs Neue zugeführt werden. Ein Beispiel der erwähnten Bodenbeschaffenheit bietet der Niederungsboden des Oderbruches dar, wie die folgenden von Koppe auf der Domaine Wollup ausgeführten Versuche beweisen. Im Jahre 1838 war die ganze

Feldabtheilung, wozu die Versuchsstücke gehörten, zum letzten Male gedüngt und hatte 1. Kartoffeln, 2. Gerste, 3. Winterrübsen und 4. Weizen getragen. Die Stücke Nr. I und III wurden 1842, 1844 und 1847 zu Kartoffeln gedüngt. Da im Jahr 1844 aus dem Dünger nur zwei reifende Früchte genommen waren, so wurde Nr. I nach dem grün abgeernteten Roggen mit 24150 Kil. Rindviehmist und Nr. III mit 16100 Kil. Schafmist pro Hectar gedüngt; im Jahr 1847 wurden dagegen wie im Jahr 1842 beziehungsweise 30200 und 24150 Kil. Rinder- und Schafdünger aufgebracht. Jeder Versuch wurde auf einem Magdeburger Morgen Landes angestellt, die Erträge sind hier auf die Fläche eines Hectar berechnet:

Jahr.	Frucht.	Erträge pro Hectar. Abth. I. (Rindviehmist) Kartoffeln. Kil.	Abth. I. Körner. Kil.	Abth. I. Stroh. Kil.	Abth. II. (Ungedüngt) Kart. Kil.	Abth. II. Körner. Kil.	Abth. II. Stroh. Kil.	Abth. III. (Schafmist) Kart. Kil.	Abth. III. Körner. Kil.	Abth. III. Stroh. Kil.
1842.	Kartoffeln	10585	—	—	10620	—	—	12669	—	—
1843.	Chevaliergerste .	—	3353	5439	—	3252	5086	—	3408	5183
1844.	Rogg., grün	—	—	11815	—	—	9216	—	—	11300
„	Kartoffeln	9833	—	—	7763	—	—	8136	—	—
1845.	Chevaliergerste .	—	2478	3356	—	1967	2641	—	2310	3269
1846.	Roggen .	—	2118	4599	—	1722	3768	—	2094	4656
1847.	Kartoffeln	15656	—	—	12806	—	—	16468	—	—
1848.	Gerste .	—	2463	4639	—	2176	4264	—	2516	4430
1849.	Roggen .	—	2536	5155	—	2139	4426	—	2614	5344
	In Summa	36074	12948	23188	31189	11256	20185	37273	12942	22882

Die Ernte des zu Grünfutter benutzten Roggens ist in den Summen der Erträge nicht mit berechnet worden. Die Unterschiede in den Erträgen sind in der That nur unbedeutend; es wurden nämlich auf der Fläche eines Hectar bei 8 Ernten mehr erzeugt durch den Aufwand von:

	84,550 Kil. Rindviehmist.	64,400 Kil. Schafmist.
An Kartoffeln	4885 Kil.	6084 Kil.
„ Getreidekörnern	1692 „	1686 „
„ Stroh und Spreu	3003 „	2697 „
„ grünem Roggen	2559 „	2084 „

Wenn man die im Jahre 1849 auf der ungedüngten Fläche erlangte Roggenernte in Betrachtung zieht und erwägt, daß nach 11 Jahren ein Mehraufwand von 84550 Kil. Rindviehdünger nur einen höheren Ertrag von 397 Kil. Körnern und 729 Kil. Stroh veranlaßt hat, so muß man mit

Koppe die Ueberzeugung gewinnen, daß die Abnahme der Erträge auf gewissen Bodenarten erst sehr spät bemerkbar wird. Ganz ähnliche Versuche wie Koppe hat auch Christiani auf seinem Gute Kerstenbruch bei Wriezen a. d. Oder, gleichfalls in dem sogenannten Oderbruch belegen, angestellt; diese Versuche bieten ein um so höheres Interesse dar, da dieselben mit großer Ausdauer, nämlich 29 Jahre lang fortgesetzt wurden. Zu bedauern ist, daß die Ernten nur dem Maße, nicht dem Gewichte nach bestimmt, und daß nur die vorzugsweise werthvollen Theile, nämlich die Körner und [illegible]tive Wurzeln, nicht aber die Menge des Strohes und Krautes der betreffenden Pflanzen genau ermittelt wurde. Die Erträge an Körnern oder Wurzeln sind in der folgenden Tabelle für die Fläche eines Hectar's berechnet und der leichteren Uebersicht wegen, mit Christiani, sämmtlich in Roggenwerth*) und gleichzeitig nach ihrem Geldwerthe angegeben worden; bei der Feststellung des letzteren hat man die wirklichen Preise der einzelnen Früchte in den betreffenden Jahren der Rechnung zu Grunde gelegt. Der Versuchsboden war von außerordentlich fruchtbarer Beschaffenheit, ein tiefer, humoser und durchlassender Alluvialboden. Die Fruchtfolge war eine willkürliche und auf starke Aussaugung, namentlich durch Anbau von Halmfrüchten berechnet; da in den ersten 25 Jahren des Versuches keine sehr auffallende Verschiedenheit der Erträge bei den Halmfrüchten beobachtet wurde, so wählte man in den späteren Jahren eine den Boden noch stärker angreifende Frucht, nämlich Zuckerrüben, um dadurch den Boden für die Fortsetzung des Versuches noch geeigneter zu machen. Der Acker, auf welchem das Versuchsfeld abgesteckt wurde, hatte im J. 1824 die dort übliche Düngung von 9 Fudern (à 25 Centner) Mist pro Magdeburger Morgen erhalten und sollte im J. 1827, wo der Versuch begann, wieder gedüngt werden. Die Parzelle Nr. 1 wurde dazu bestimmt, die Wirkung einer stärkeren Düngung, nämlich von 13½ Fuder Kuhmist alle 4 Jahre, zu ermitteln; die Parzelle Nr. 2 blieb ganz ungedüngt und Nr. 3 erhielt alle 4 Jahre die übliche Düngung von 9 dreispännigen Fudern à 25 Ctr. pro Morgen oder 44000 Kil. pro Hectar. Die Früchte, zu welchen frisch gedüngt wurde, sind mit † bezeichnet.

*) Nach Christiani ist 1 Berliner Scheffel Roggen gleich 80 Pfd. Roggenwerth, ein gleiches Maß Weizen gleich 88, Gerste gleich 68, Hafer gleich 44, Raps oder Rübsen gleich 100 und Kartoffeln gleich 25 Pfd. Roggenwerth; auf französisches Maß und Gewicht (Hectoliter und Kilogramme) reducirt, erhält man in derselben Reihenfolge die folgenden Zahlen: 68, 75, 58, 37½, 85 und 21¼ Kil.; 1 Centner Zuckerrüben ist gleich 16 Pfd., also 100 Kil. Rüben gleich 14 3/10 Kil. Roggenwerth angenommen worden.

Jahr.	Fruchtgattung.	Parzelle I. Gedüngt mit 66000 Kil. pr. Hectar. Ertrag pr. Hect.			Parzelle II. Ungedüngt. Ertrag pr. Hect.			Parzelle III. Gedüngt mit 44000 Kil. pr. Hectar. Ertrag pr. Hect.		
		nach Geld.		nach Roggenwerth.	nach Geld.		nach Roggenwerth.	nach Geld.		nach Roggenwerth.
		Thlr.	Sgr.	Kil.	Thlr.	Sgr.	Kil.	Thlr.	Sgr.	Kil.
1827.	† Kartoffeln	70	17	4940	70	17	4940	84	28	5948
1828.	Gerste	136	27	4059	120	22	3550	129	22	3810
1829.	Hafer	92	21	3329	92	21	3329	92	21	3329
1830.	Hafer	123	3	3283	114	21	3060	114	14	3058
1831.	† Kartoffeln	130	9	6085	117	18	5490	127	12	5948
1832.	Gerste	96	9	3920	89	6	3640	92	15	3779
1833.	Gerste	57	7	2676	59	26	2745	65	3	2939
1834.	Winterrübsen	108	2	1750	108	2	1750	111	10	1801
	Summe	815	5	30,042	772	13	28,504	818	5	30,612
1835.	† Winterrübs.	122	6	1980	123	3	1995	112	27	1826
1836.	Gerste	83	23	3166	76	28	2906	90	20	3429
1837.	Weizen	110	4	3155	105	17	3012	112	24	3215
1838.	Hafer	85	2	2831	72	15	2423	84	5	2807
1839.	Gerste	66	19	2643	59	1	2346	57	27	2310
1840.	Weizen	119	12	2844	110	28	2650	116	9	2778
1841.	† Kartoffeln	143	10	6691	123	15	5774	125	20	5867
1842.	Kartoffeln	79	13	2980	58	1	2033	74	6	2599
	Summe	809	29	26,290	729	18	23,139	776	18	24,831
1843.	Gerste	118	3	3605	90	17	2765	112	12	3420
1844.	Weizen	95	28	2988	82	10	2560	92	12	3875
1845.	† Kartoffeln	187	14	6562	136	21	4786	160	6	5609
1846.	Gerste	214	—	3093	176	4	2536	217	29	3146
1847.	Hafer	89	8	2383	78	—	2083	79	26	2128
1848.	Weizen	116	24	2399	104	—	2139	104	23	2143
1849.	† Kartoffeln	121	8	5662	85	17	4000	121	8	5662
1850.	Gerste	84	20	2790	70	29	2344	85	5	2818
	Summe	1027	15	29,482	824	8	23,213	974	1	27,801
1851.	Hafer	124	8	2767	94	—	2088	119	17	2628
1852.	† Zuckerrüben	219	4	7013	140	10	4491	196	23	6303
1853.	Zuckerrüben	213	19	6844	134	11	4332	172	3	5516
1854.	Zuckerrüben	201	26	6464	124	20	3993	165	28	5307
1855.	Gerste	141	15	2240	99	9	1574	125	17	1995
	Summe	900	12	25,328	592	20	16,478	779	28	21749
Summe in 29 Jahren		3553	1	111,132	2918	29	91,334	3348	22	104,993
Durchschn. in 1 Jahr		122	16	3832	100	20	3149	115	14	3620
Mehr als Nr. 2		634	2	19,798	—	—	—	429	23	13,659
„ „ Nr. 3		194	9	6,139	—	—	—	—	—	—

1000 Kil. Stallmist haben sich verwerthet

	bei sehr starker Düngung mit				bei gewöhnlicher Düngung mit			
	Thlr.	Sgr.	Pf.	Roggenwerth.	Thlr.	Sgr.	Pf.	Roggenwerth.
in der 1. 8jährigen Periode . .	—	9	9	11,7 Kil.	—	15	10	23,8 Kil.
„ „ 2. 8jährigen Periode . .	—	18	3	23,8 „	—	16	—	19,2 „
„ „ 3. 8jährigen Periode . .	1	16	2	47,5 „	1	21	—	52,2 „
„ „ 4. 5jährigen Periode . .	4	19	11	134 „	4	7	8	119,5 „
Durchschnittlich in 29 Jahren .	1	11	2	42,9 „	1	11	10	44,4 „

Wenn man die Stroherträge nach einer mittleren Schätzung und nach einigen am Versuchsorte vorgenommenen direkten Wägungen mit in Anrechnung bringt, so würde die durchschnittliche Verwerthung für 1000 Kil. Dünger auf 53,6 Kil. Roggenwerth sich stellen, welcher Erfolg die mittlere Wirkung des Stallmistes, welche pro 1000 Kil. etwa 65 Kil. Roggenwerth beträgt, nahezu erreicht. Es ergibt sich aus den obigen Beobachtungen, daß unter den vorhandenen Verhältnissen so viel Kraft im Boden war, daß viele Jahre hindurch ohne alle Zufuhr von Dünger reichliche Getreideernten erzielt werden konnten und erst nach Verlauf eines längeren Zeitraumes die vortheilhafte Wirkung des Düngers sich deutlich herausstellte; gleichzeitig aber bemerkt man, daß diese Wirkung eine weit frühere und auffallendere gewesen wäre, wenn man außer den Halmfrüchten und Kartoffeln andere den Boden noch mehr angreifende Gewächse gebaut hätte, so daß selbst auf Bodenarten, welche eine so reichliche natürliche Fruchtbarkeit besitzen, eine sogar sehr starke Düngung bei dem Anbau von rübenartigen Gewächsen und wahrscheinlich auch von anderen aussaugenden Kulturpflanzen durch die Mehrerträge sich reichlich bezahlt machte. Die Fruchtfolge muß stets der Beschaffenheit des Bodens angemessen sein.

Bodenarten von so hoher natürlicher Fruchtbarkeit, wie die für obigen Versuche benutzten, gehören zu den selteneren Erscheinungen; weit schneller wird eine deutliche Abnahme der Ertragsfähigkeit eintreten, wenn ein Boden von mittlerer Güte und namentlich von lockerer, durchlassender, sandiger Beschaffenheit längere Zeit hindurch ohne Dünger bleibt. Aber selbst auf einem Boden der letzteren Art kann man 10 bis 20 und oft noch mehrere Jahre fortwährend reichliche Ernten erzielen, wenn man eine richtige Fruchtfolge beobachtet und außerdem durch Anwendung concentrirter Düngmittel, wie von Guano, Knochenmehl und Chilisalpeter für den Ersatz einzelner besonders wichtiger Nahrungsstoffe Sorge trägt. Die pflanzenernährenden Stoffe, auf deren Ansammlung und Zufuhr der Landwirth vorzugsweise zu achten hat, sind der chemisch gebundene Stickstoff (Ammoniak, Salpetersäure etc.)

und außerdem die Phosphorsäure. Daß man mit Hülfe dieser beiden Substanzen, ohne Anwendung von Stallmist, oft viele Jahre hindurch anhaltend vortreffliche Ernten bei der Kultur aller Früchte zu erzielen im Stande ist, ist bereits oben durch Beispiele nachgewiesen worden. Noch klarer stellt sich die angedeutete Thatsache heraus, wenn man die interessanten Versuchsresultate betrachtet, welche Lawes und Gilbert in Rothamstead bei dem Anbau von Weizen in 7 auf einander folgenden Jahren und unter dem Einfluß verschiedener Düngmittel erhielten.

Abth. I. der Versuchsfläche blieb fortwährend ungedüngt.

Abth. II. erhielt im Jahr 1844 eine reichliche Düngung von überphosphorsaurem Kalk und kieselsaurem Kali, in allen folgenden Jahren ausschließlich schwefelsaures Ammoniak und Salmiak.

Abth. III. wurde 1844 mit überphosphorsaurem und kieselsaurem Kali düngt, 1845 mit Ammoniaksalzen überdüngt; 1846 ohne Düngung, 1847 nmoniaksalze, 1848 Kali-, Natron-, Magnesia-, Kalk-, phosphorsaure, wefelsaure und Ammoniaksalze; 1849 nur Ammoniaksalze, 1850 die genten Mineralstoffe, aber kein Ammoniak.

Abth. IV. erhielt alle fixen mineralischen Nahrungsstoffe und außerdem moniaksalze; in den Jahren 1845 und 1847 allein phosphorsauren Kalk Ammoniaksalze.

Abth. V. wurde wie Abth. IV. behandelt, aber 1846 nur mit Mineralen ohne Ammoniaksalze gedüngt.

Abth. VI. erhielt phosphorsaure Verbindungen (namentlich in Schwefel: aufgelöstes Knochenmehl und Knochenasche) nebst Ammoniaksalzen. en Jahren 1844, 1846, 1848, 1849 und 1850 außerdem noch Mag-, Kali- und Natronsalze.

Abth. VII. erhielt in jedem Jahre 35000 Kil. Stallmist pro Hectar.

Erträge an Körnern pro Hectar.

	Abth. I. Kil.	Abth. II. Kil.	Abth. III. Kil.	Abth. IV. Kil.	Abth. V. Kil.	Abth. VI. Kil.	Abth. VII. Kil.
.	1032	1127	1127	1530	1530	1387	1416
.	1610	2214	2214	2289	2289	2341	2200
.	1349	2068	1360	2289	1647	2275	2042
	1255	1903	1907	2416	2296	2588	2214
	1065	1492	1793	1940	2017	2176	1907
	1373	2394	2410	2417	2507	2525	2295
	1118	1923	1309	2172	2063	2192	2081
e	8802	13121	12120	15053	14322	15484	14155
	1257	1874	1731	2150	2046	2212	2022

	Erträge an Stroh pro Hectar.					
	Abth. I. Kil.	Abth. II. Kil.	Abth. III. Kil.	Abth. IV. Kil.	Abth. V. Kil.	Abth. VI. Kil.
1844.	1252	1243	1243	1976	1976	1590
1845.	3032	4771	4771	4270	4270	4279
1846.	1691	2509	1627	3173	2117	3113
1847.	2127	3232	3213	4308	4656	4764
1848.	1914	2646	3272	3482	3417	3717
1849.	1704	3192	3314	4017	4224	4313
1850.	1922	3453	2039	4392	4297	4509
Summe	13642	21046	19479	25418	24957	26285
Mittel	1949	3007	2783	3631	3565	3755

Die Versuche haben überall sehr bestimmte Resultate geliefert; die k
ren lassen sich noch besser in der folgenden Zustammenstellung übersehen:

	Mittlere Erträge pro He Körner.	Stroh
8 Ernten ohne allen Dünger	1270 Kil.	1909
7 „ nach Stallmist	2022 „	3302
4 „ nach löslicher Phosphorsäure und Alkalien	1303 „	1661
9 „ nach Ammoniaksalzen	2057 „	3456
6 „ nach Ditto und Phosphorsäure	2365 „	4424
15 „ nach Ditto, Ditto und Alkalien	2054 „	3418

Der Boden des Versuchsfeldes war von mittlerer Güte, von leh
thoniger Beschaffenheit; er war zu Anfang der vorhergehenden Rotation
der gewöhnlichen Weise mit Stallmist zu Turnips gedüngt worden, hatte
dann Gerste, Erbsen, Weizen und Hafer ohne weitere Düngung getragen,
daß derselbe, als er 1844 für die Versuche bestimmt wurde, als korntrag
des Feld erschöpfter war, als dies gewöhnlich der Fal ... irt.

Ich füge dem Gesagten noch die folgenden ... s entleh
Worte bei: Es ist bemerkenswerth, daß von Abt ... diesem,
gängig durch Getreide erschöpften Boden, sieben
ernten in Körnern und Stroh ohne jeglichen Dü
und daß bei dieser Bewirthschaftung bis jetzt
nehmenden Fruchtbarkeit bemerkbar gemacht habe
Ernten beträgt an gereinigten Körnern 1257 Ki
pro Hectar, also mehr als in dem ersten Versuchs
der That, es ist kaum zweifelhaft, daß das Erz
bestimmter Beschaffenheit lediglich mit dem Charakt
der abweichenden Witterung sich ändert, da von diese
des, aus natürlichen Quellen fließenden Ammonia
wird, und daß hiervon wiederum die Assimilation ab
hängt, welche bei den vorliegenden Versuchen erwies

itiver Menge in dem Bereiche der Pflanzen vorhanden waren. Dem-
iß sind die Resultate, welche auf Abtheilung II. erhalten wurden, allein
igend zu zeigen, daß der Boden, wie immer er durch die Vorfrucht mag
öpft worden sein, im Verhältnisse zu dem aus natürlichen
ellen fließenden Ammoniak, einen Ueberfluß an we-
tlichen Aschenbestandtheilen enthält. In dieser Lage befinden
alle Güter, bei welchen, wie es fast überall Regel ist, Korn und
isch die alleinige Ausfuhr bilden; das Stroh der Halmfrüchte und die
remente der auf dem Gute genährten Thiere nehmen den Weg zum Mist-
fen, von wo sie eventuell auf die Felder, von welchen sie stammen, zu-
kehren.

Die enorme Quantität von 245000 Kil. Stallmist, welche während der
Versuchsjahre auf die Fläche eines Hectar vertheilt wurde, hat im Vergleich
der ungedüngten Abtheilung nur eine Vermehrung der Ernte im Ganzen
5353 Kil. Körner und 9475 Kil. Stroh bewirkt; es kommen also auf je
00 Kil. Stallmist im Mittel nur 21,8 Kil. Weizenkörner und 38,9 Kil.
troh. Da nun in jenen 245000 Kil. Stallmist wenigstens 1000 Kil.
ickstoff, welche fast 5000 Kil. Ammoniaksalzen entsprechen, enthalten sind
d schon durch die direkte Anwendung von kaum 2000 Kil. Ammoniaksalzen
iau eine gleiche Vermehrung der Ernteerträge bewirkt wurde, so leuchtet ein,
ß ein großer Aufwand von stickstoffloser organischer Substanz und von
neralischen Bestandtheilen ohne Erfolg gemacht wurde und daß der durch
allmist bewirkte Mehrertrag so gut wie ausschließlich durch die im zuge-
rten Miste enthaltene Stickstoffmenge bedingt sein muß. Weder die
[illegible]eralischen Substanzen noch auch der Kohlenstoff können
[illegible]othwendige und direkte Düngstoffe für Weizen be-
[illegible] werden.

[illegible]tgetheilten Weizen-Düngungsversuche in Rothamstead sind
[illegible] neueste Zeit, im Ganzen 11 Jahre lang fortgesetzt wor-
n [illegible] bisher erlangten Resultate findet man in der folgenden
abel[illegible]htlich zusammengestellt, soweit die Resultate der Ver-
iche au[illegible]lichen Gesammterträge an Körnern und Stroh sich
ziehen.

Art der [illegible]	Zahl der Versuchsjahre.	Zahl der Versuche.	Ertrag an Körn. u. Stroh pr. Hect. Kil.	Zunahme des Ertrages pr. Hectar. Kil.
1. Ungedün[illegible]	11	27	3093	—
2. Mineraldün[illegible]	8	40	3259	166
3. Stallmist	11	11	5439	2346
4. Ammoniaksalze d[illegible]	9	36	5246	2153

	Erträge an Stroh pro Hectar.						
	Abth. I.	Abth. II.	Abth. III.	Abth. IV.	Abth. V.	Abth. VI.	Abth. VII.
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
1844.	1252	1243	1243	1976	1976	1590	1651
1845.	3032	4771	4771	4270	4270	4279	4377
1846.	1691	2509	1627	3173	2117	3113	2643
1847.	2127	3232	3213	4308	4656	4764	4057
1848.	1914	2646	3272	3482	3417	3717	3400
1849.	1704	3192	3314	4017	4224	4313	3360
1850.	1922	3453	2039	4392	4297	4509	3629
Summe	13642	21046	19479	25418	24957	26285	23117
Mittel	1949	3007	2783	3631	3565	3755	3302

Die Versuche haben überall sehr bestimmte Resultate geliefert; die letzteren lassen sich noch besser in der folgenden Zustammenstellung übersehen:

	Mittlere Erträge pro Hectar. Körner.	Stroh.
8 Ernten ohne allen Dünger	1270 Kil.	1909 Kil.
7 „ nach Stallmist	2022 „	3302 „
4 „ nach löslicher Phosphorsäure und Alkalien	1303 „	1661 „
9 „ nach Ammoniaksalzen	2057 „	3456 „
6 „ nach Ditto und Phosphorsäure	2365 „	4424 „
15 „ nach Ditto, Ditto und Alkalien	2054 „	3418 „

Der Boden des Versuchsfeldes war von mittlerer Güte, von lehmig-thoniger Beschaffenheit; er war zu Anfang der vorhergehenden Rotation in der gewöhnlichen Weise mit Stallmist zu Turnips gedüngt worden, hatte sodann Gerste, Erbsen, Weizen und Hafer ohne weitere Düngung getragen, so daß derselbe, als er 1844 für die Versuche bestimmt wurde, als korntragendes Feld erschöpfter war, als dies gewöhnlich der Fall sein wird.

Ich füge dem Gesagten noch die folgenden von Lawes entlehnten Worte bei: Es ist bemerkenswerth, daß von Abtheilung I. auf diesem, vorgängig durch Getreide erschöpften Boden, sieben auf einanderfolgende Weizenernten in Körnern und Stroh ohne jeglichen Dünger gewonnen worden sind, und daß bei dieser Bewirthschaftung bis jetzt sich keine Anzeichen einer abnehmenden Fruchtbarkeit bemerkbar gemacht haben, denn das Mittel der sieben Ernten beträgt an gereinigten Körnern 1257 Kil. und an Stroh 1949 Kil. pro Hectar, also mehr als in dem ersten Versuchsjahre erhalten wurde. In der That, es ist kaum zweifelhaft, daß das Erzeugniß eines Bodens von bestimmter Beschaffenheit lediglich mit dem Charakter des Klimas und mit der abweichenden Witterung sich ändert, da von diesen Einflüssen die Menge des, aus natürlichen Quellen fließenden Ammoniaks wesentlich bedingt wird, und daß hiervon wiederum die Assimilation anderer Bestandtheile abhängt, welche bei den vorliegenden Versuchen erwiesenermaßen in großer

relativer Menge in dem Bereiche der Pflanzen vorhanden waren. Demgemäß sind die Resultate, welche auf Abtheilung II. erhalten wurden, allein genügend zu zeigen, daß der Boden, wie immer er durch die Vorfrucht mag erschöpft worden sein, im Verhältnisse zu dem aus natürlichen Quellen fließenden Ammoniak, einen Ueberfluß an wesentlichen Aschenbestandtheilen enthält. In dieser Lage befinden sich alle Güter, bei welchen, wie es fast überall Regel ist, Korn und Fleisch die alleinige Ausfuhr bilden; das Stroh der Halmfrüchte und die Excremente der auf dem Gute genährten Thiere nehmen den Weg zum Misthaufen, von wo sie eventuell auf die Felder, von welchen sie stammen, zurückkehren.

Die enorme Quantität von 245000 Kil. Stallmist, welche während der 7 Versuchsjahre auf die Fläche eines Hectar vertheilt wurde, hat im Vergleich zu der ungedüngten Abtheilung nur eine Vermehrung der Ernte im Ganzen um 5353 Kil. Körner und 9475 Kil. Stroh bewirkt; es kommen also auf je 1000 Kil. Stallmist im Mittel nur 21,8 Kil. Weizenkörner und 38,9 Kil. Stroh. Da nun in jenen 245000 Kil. Stallmist wenigstens 1000 Kil. Stickstoff, welche fast 5000 Kil. Ammoniaksalzen entsprechen, enthalten sind und schon durch die direkte Anwendung von kaum 2000 Kil. Ammoniaksalzen genau eine gleiche Vermehrung der Ernteerträge bewirkt wurde, so leuchtet ein, daß ein großer Aufwand von stickstoffloser organischer Substanz und von mineralischen Bestandtheilen ohne Erfolg gemacht wurde und daß der durch Stallmist bewirkte Mehrertrag so gut wie ausschließlich durch die im zugeführten Miste enthaltene Stickstoffmenge bedingt sein muß. Weder die mineralischen Substanzen noch auch der Kohlenstoff können als nothwendige und direkte Düngstoffe für Weizen betrachtet werden.

Die oben mitgetheilten Weizen-Düngungsversuche in Rothamstead sind theilweise bis in die neueste Zeit, im Ganzen 11 Jahre lang fortgesetzt worden; die sämmtlichen bisher erlangten Resultate findet man in der folgenden Tabelle kurz und übersichtlich zusammengestellt, soweit die Resultate der Versuche auf die durchschnittlichen Gesammterträge an Körnern und Stroh sich beziehen.

Art der Düngung.	Zahl der Versuchsjahre.	Zahl der Versuche.	Ertrag an Körn. u. Stroh pr. Hect. Kil.	Zunahme des Ertrages pr. Hectar. Kil.
1. Ungedüngt	11	27	3093	—
2. Mineraldünger	8	40	3259	166
3. Stallmist	11	11	5439	2346
4. Ammoniaksalze allein (Normalmenge)	9	36	5246	2153

Art der Düngung.	Zahl der Versuchsjahre.	Zahl der Versuche.	Ertrag an Körn. u. Stroh pr. Hect. Kil.	Zunahme des Ertrages pr. Hectare. Kil.
5. Salpetersaures Natron	3	4	5300	2207
6. Ammoniaksalze (Normalmenge) mit Mineraldünger	9	117	5974	2881
7. Ammoniaksalze und Rapskuchen (Normalmenge) mit Mineraldünger	6	12	5983	2890
8. Ammoniaksalze (unter Normalmenge) mit Mineraldünger	6	17	4899	1806
9. Ammoniaksalze (über Normalmenge) mit Mineraldünger	8	31	6961	3868
10. Ammoniaksalze und Rapskuchen (über Normalmenge) mit Mineraldünger . . .	5	22	6497	3497

Die günstige Wirkung der stickstoffreichen, schnellwirkenden Düngemittel zeigt sich nicht allein auf Bodenarten, welche wie die in Rothamstead von ziemlich schwerer, thoniger Beschaffenheit sind, sondern auch auf lehmigen und sandigen, überhaupt auf allen mit Vortheil kultivirbaren Ländereien. Auf Holkham, einer Besitzung des Grafen von Leicester, wurde in 4 aufeinander folgenden Jahren, 1851 bis 1854, ebenfalls Weizen angebaut und hierzu theils mit Ammoniaksalzen allein (432 Kil. pr. Hectare), theils in Verbindung mit einer reichlichen Zugabe von Mineraldünger, theils mit einer großen Quantität Rapskuchen (2160 Kil. pr. Hectare) gedüngt. Der Boden war ein leichter, feiner und ziemlich flacher sandiger Lehm, welcher aber auf einem vortrefflichen Mergel mit viel Kalkgehalt ruhte. Die durchschnittlichen jährlichen Erträge pr. Hectare waren:

Art der Düngung.	Durchschnittserträge pr. Hectar. Körner. Kil.	Stroh. Kil.	Zunahme der Erträge an Körnern und Stroh. Kil.
1. Ungedüngt	1579	1402	—
2. Mineraldünger	1570	1836	415
3. Ammoniaksalze	2074	2420	1513
4. Ammoniaksalze und Mineraldünger	2476	3065	2560
5. Rapskuchen	2506	2967	2492
6. Stalldünger	2309	2815	2143

Aehnliche Versuche, welche auf Woburn, einer Besitzung des Herzogs von Bedfort angestellt wurden, ergaben einen durchschnittlichen jährlichen Mehrertrag an Körnern und Stroh nach der Düngung mit Ammoniaksalzen allein von 1771 Kil., nach der Düngung mit Ammoniaksalzen und Mineraldünger von 1898 Kil. pr. Hectare; das Versuchsland, welches 5 Jahre hinter einander mit Weizen bestellt wurde, ist als „ein sehr armer Sandboden mit besonders wildem, sandigem Untergrunde" geschildert, also ein Boden, in welchem man einen vorzugsweise großen Mangel an mineralischen Nah-

rungsstoffen vermuthen sollte, aber gleichwohl zeigte die Mineraldüngung eine nur sehr geringe, dagegen die Düngung mit Ammoniaksalzen eine auffallend günstige Wirkung.

Die Ammoniaksalze oder die von der Pflanze aufnehmbaren Stickstoffverbindungen überhaupt spielen bei der Kultur des Weizens und wohl aller Halmfrüchte entschieden die wichtigste Rolle; wo der Boden bei dem Anbau einer Getreideart sich in einem erschöpften Zustande zeigt, da liegt die Ursache dieser Erscheinung fast überall in dem Mangel an auflöslicher Stickstoffnahrung; sobald die letztere für sich allein, z. B. in der Form eines ammoniak- oder salpetersauren Salzes zugeführt wird, dann ist der Boden wiederum befähigt, eine reichliche Ernte an Körnern und Stroh zu produciren. An alkalischen Verbindungen enthält der lehmige Boden stets eine hinreichende Menge, um noch 10 oder mehr üppige Ernten mit diesem wesentlichen Nahrungsstoffe zu versorgen; eine direkte Zufuhr von auflöslichen Alkalien vermehrt in der Regel die Weizenernte nicht merklich. Ebenso wenig ist unter den gewöhnlichen Verhältnissen des Ackerbaues die auflösliche Phosphorsäure für sich allein oder in Verbindung mit Kalk, Magnesia und Alkalien im Stande, eine wesentliche Erhöhung der Produktionsfähigkeit des Bodens bei dem Anbau von Weizen zu bewirken; dagegen bemerkt man allerdings einen günstigen Einfluß der phosphorsauren Verbindungen, wenn diese zugleich mit Ammoniaksalzen dem Boden zugeführt werden, in diesem Falle gewinnt man die relativ höchsten Ernteerträge, selbst noch höhere, als wenn Stallmist in sehr reichlicher Menge zur Anwendung kommt. Auf einem Boden von sandiger Beschaffenheit wird freilich häufiger und schneller auch an mineralischen Nahrungsstoffen ein Mangel eintreten; unter solchen Verhältnissen aber, nämlich in einem sehr thätigen und lockeren Boden, findet immer auch eine schnellere Erschöpfung an auflöslicher Stickstoffnahrung statt, wie die in Holkham und Woburn ausgeführten Versuche und außerdem die oft gerade besonders auffallend günstige Wirkung des Guano's und anderer stickstoffreicher Düngmittel auf sehr sandigen Bodenarten beweist, so daß auch für diese Verhältnisse als Thatsache behauptet werden kann: Bei der Kultur der Getreidearten wird der Boden zunächst an Stickstoffnahrung erschöpft, sodann macht ein Mangel an Phosphorsäure sich geltend und nur selten sind die Alkalien nicht in hinreichender Menge zugegen, um die Produktion einer reichlichen Ernte zu gestatten.

Betrachten wir nun das Verhalten anderer Kulturpflanzen gegen die Bestandtheile des Bodens und des Düngers, so bieten besonders die in Eng-

land bei der Kultur der Turnipsrüben gemachten Beobachtungen weitere Anhaltspunkte dar für die Feststellung der Ursachen der Erschöpfung des Bodens. Ich mache zunächst auf die Resultate einiger, ebenfalls von Lawes und Gilbert angestellten Versuche aufmerksam:

Abth. I. Ohne allen Dünger.

Abth. II. Jährlich mit einer großen Menge überphosphorsauren Kalks allein gedüngt.

Abth. III. Außer dem überphosphorsauren Kalke reichlich mit Kali nebst etwas Natron und Magnesia gedüngt.

	Erträge pro Hectar.		
	Abth. I.	Abth. II.	Abth. III.
1843.	10490 Kil.	30502 Kil.	29741 Kil.
1844.	5541 "	19380 "	14214 "
1845.	1707 "	31773 "	31630 "
1846.	— "	4758 "	8711 "
1847.	— "	13903 "	14527 "
1848.	— "	26433 "	24357 "
1849.	— "	9392 "	9214 "
1850.	— "	28678 "	23463 "
Summe		164821 Kil.	155857 Kil.
	Mittel	20603 Kil.	19482 Kil.

In dem dritten Jahre, nämlich 1845 ist der Ertrag der ungedüngten Abtheilung bis auf wenige Centner pro Hectar heruntergebracht und von diesem Jahre an war die Ausbildung der Rüben der Art, daß sie des Wägens nicht werth erachtet wurden. Andererseits sehen wir auf der, 8 Jahre hintereinander mit überphosphorsaurem Kalke allein gedüngten Abtheilung einen mittleren jährlichen Ertrag von über 20000 Kil. Rüben, allerdings, je nach der Witterung, mit bedeutenden jährlichen Schwankungen. Ferner sehen wir, daß, als dem überphosphorsauren Kalke eine größere Menge Alkalien, als von der Vegetation aufgenommen werden konnte, beigefügt wurde, der mittlere Ertrag pro Hectar um reichlich 1000 Kil. niedriger als der von dem überphosphorsauren Kalke allein erhaltene war. Ich verweise noch auf die in der Düngerlehre in ihren Resultaten mitgetheilten Versuche derselben Beobachter, nach welchen z. B. im Jahre 1845 in 21 Versuchen bei Anwendung von Mineralsubstanzen, namentlich phosphorsauren Salzen, eine mittlere Turnipsernte von 25850 Kil. pro Hectar erhalten wurde; dieselben Mineralstoffe neben Ammoniaksalzen producirten pro Hectar im Mittel nur 24330 Kil., dagegen in Verbindung mit Rapskuchen 29940 Kil.; die Mineralstoffe, Ammoniaksalze und Rapskuchen sämmtlich in reichlicher Menge ausgestreut, verminderten den mittleren Ertrag wieder auf 24640 Kil.; die ungedüngte Fläche producirte in diesem Jahre nur etwa 1700 Kil.; der Boden

war ein schwerer Lehm, nicht sehr geeignet für die Kultur des Turnips. Endlich mögen hier auch die Seite 730 bis 732 aufgeführten im Mittel durch phosphorsauren Kalk bewirkten Mehrerträge Erwähnung finden:

Es producirten

	Mittlerer Mehrertrag.
100 Kil. Knochenmehl in 35 Versuchen	1952 Kil.
„ „ gebrannte Knochen in 15 Versuchen	2107 „
„ „ Knochenmehl mit Schwefelsäure in 13 Versuchen . .	8229 „
„ „ „ „ Salzsäure „ 4 „ . .	10224 „
„ „ gebrannte Knochen und Schwefelsäure in 3 Versuchen .	7782 „

Aus allen diesen Versuchen ergibt sich mit großer Bestimmtheit, daß die Phosphorsäure, obgleich sie nur einen kleinen Theil der Turnipsasche bildet und selbst durch eine reichliche Turnipsernte dem Boden von jener Substanz kaum so viel entzogen wird, als durch eine mittlere Weizenernte, dennoch auf das Wachsthum der ersteren Pflanze eine ganz entschiedene Wirkung ausübt. Dagegen haben die direkt zugeführten Alkalien die Ernteerträge in 8 hintereinanderfolgenden Jahren nicht im Geringsten erhöht, obgleich eine mittlere Turnipsernte dem Boden pro Hectar jährlich 200 Kil. an Alkalien entzieht; durch Vermittlung des phosphorsauren Kalkes allein ist in den 8 Versuchsjahren dem Acker mehr an Alkalien entzogen worden, als sonst in einem Jahrhundert bei der gewöhnlichen Rotation und Mistdüngung geschehen wäre! Die Rapskuchen und einige andere organische, kohlenstoffreiche Substanzen haben, in Verbindung mit dem phosphorsauren Kalke angewandt, die Wirkung des letzteren überall ziemlich beträchtlich erhöht; Lawes und Gilbert ziehen aus diesen Beobachtungen die Folgerung, daß die Turnipspflanze zu ihrem üppigen Gedeihen neben Phosphorsäure auch die Zufuhr von Kohlenstoffverbindungen, von humusartigen oder humuserzeugenden Substanzen verlange und sie betrachten als Hauptnutzen der Kultur der Wurzelgewächse die durch die letzteren bewirkte Umwandlung des kohlenstoffreichen Strohes in Viehfutter, ohne welche Umwandlung das Stroh, nachdem es als Streu gedient hat, ein verhältnißmäßig nutzloser Abfall der Körnerernten sein würde. Die beobachtete günstige Wirkung kohlenstoffreicher Düngmittel erklärt sich dadurch, daß jene Stoffe die für das Gedeihen der Wurzelgewächse so wichtige Auflockerung des Bodens, namentlich wenn dieser, wie hier der Fall war, eine feste thonige Beschaffenheit hat, befördern und erhalten; ganz besonders aber ist darauf Gewicht zu legen, daß durch die Verwesung organischer Stoffe im Boden eine reichliche Quelle von Kohlensäure entsteht, welche nothwendig vorzugsweise das Wachsthum der Rüben unterstützen muß, nicht sowohl weil diesen Pflanzen zur Bildung ihrer organischen Masse die im Boden sich entwickelnde Kohlensäure unentbehrlich wäre,

sondern vielmehr, weil durch dieselbe die Aufnahme des phosphorsauren Kalkes vermittelt wird. Alle Beobachtungen und Erfahrungen deuten darauf hin, daß die rübenartigen Gewächse, namentlich die Turnipsrüben, in Folge eigenthümlicher Strukturverhältnisse nur in sehr geringem Grade die Fähigkeit besitzen, die phosphorsauren Verbindungen dem Boden zu entziehen; da aber gleichwohl die Aufnahme einer gewissen Quantität dieser Nahrungsstoffe zum vollständigen und üppigen Gedeihen der Pflanze durchaus wesentlich ist, so müssen alle die Mittel einen deutlich günstigen Einfluß ausüben, welche den Uebergang der Phosphorsäure in den vegetabilischen Organismus erleichtern. Aus diesem Grunde wird die Wirkung des Knochenmehls und der Knochenasche durch eine große mechanische und chemische Zertheilung des Düngmittels sehr bedeutend gesteigert, und noch mehr muß dieses der Fall sein, wenn in dem Boden ein Mittel vorhanden ist, welches wie die Kohlensäure den an sich unlöslichen phosphorsauren Kalk aufzulösen und auf solche Weise mit Leichtigkeit in die Pflanze überzuführen vermag. Daß aber wirklich in einem an verwesenden organischen Stoffen reichen Boden eine sehr bedeutende Menge von freier Kohlensäure fortwährend enthalten ist, ist schon von vorn herein einleuchtend, aber durch die folgenden von Boussingault und Lewy über die Zusammensetzung der in der Ackerkrume vorhandenen Luft angestellten Untersuchungen auch direkt nachgewiesen.

	Kohlensäure in 100 Th. der Erdluft. Volumen-Prc.	Gewichts-Prc.	Luft in 1 Hectar des Erdbodens. Cubikmeter.	Kohlensäure in dieser Luft. [illegible]
Boden, vor 10 Tagen gedüngt	2,21	3,33	824	18
Boden, vor 16 Tagen gedüngt, nach einem starken Regen	9,74	14,13	824	80
Bei der Kultur der Carotten (Sept.)	0,98	1,49	813	8
Bei der Kultur des Weinstockes	0,96	1,46	988	10
Waldboden	0,86	1,30	412	4
Untergrund des Waldbodens, Lehm	0,82	1,24	247	2
Ditto, Sand	0,24	0,38	309	1
Spargelbeet, vor 1 Jahr gedüngt	0,79	1,22	782	6
Ditto, frisch gedüngt	1,54	2,33	782	12
Boden, sehr reich an Humus	3,64	5,43	1472	54
Bei der Kultur der Runkelrübe	0,87	1,31	824	7
Luzernefeld	0,80	1,22	772	6
Topinamburfeld	0,66	1,01	721	5
Alte Wiese	1,79	2,71	566	10

Der Boden des Runkelrübenfeldes war ziemlich, des Topinamburfeldes sehr thonig, der Wiese thonig, des Luzernefeldes thonig und kalkig, der Boden der übrigen Ländereien von sandiger Beschaffenheit. Die Dicke des frucht-

ren Bodens betrug im Allgemeinen 35 bis 40 Centimeter (14 bis 16 Zoll);
: Luft wurde 35 Centimeter tief aufgenommen; bei der Mächtigkeit von
i Centimetern hat man also für die Fläche eines Hectar 3500 Cubikmeter
:de. Die atmosphärische Luft ändert in der fruchtbaren Erde ihre Zusam-
mensetzung; während sie sonst im Mittel nur 0,0004 Kohlensäure dem
olumen nach enthält (oder im Cubikmeter 4 Deciliter = 0,216 Grm. Koh-
istoff bei 0° und 0m,76 Druck), findet man in der Erdluft, wenn der Boden
:t einem Jahre nicht gedüngt worden ist, im Mittel 9 Liter Kohlensäure pro
ubikmeter oder 22 bis 23 Mal so viel als in der normalen Luft. Im frisch
düngten Felde ist der Gehalt an Kohlensäure noch viel größer, z. B. ent-
elt die Luft eines vor 9 Tagen gedüngten Feldes 98 Liter Kohlensäure pr.
ubikmeter oder 53 Grm. Kohlenstoff, ungefähr 245 Mal soviel als die
ßere Luft. Die Gegenwart einer so großen Menge von freier Kohlensäure
i frisch gedüngten Boden muß die Aufnahme des phosphorsauren Kalkes
rch die Rüben wesentlich erleichtern und somit das Wachsthum dieser
flanzen im hohen Grade befördern.

Indem wir nun zu der Betrachtung des Verhaltens anderer Kultur-
lanzen gegen die pflanzenernährenden Bestandtheile des Bodens übergehen,
innere ich zunächst in Betreff der Kartoffeln an die in der Düngerlehre
son mitgetheilten Resultate vielfacher Düngungsversuche, aus welchen man
utlich ersieht, daß die Kartoffeln hinsichtlich ihrer Anforderungen an den Boden
eichsam in der Mitte steht zwischen den Halmfrüchten und den rübenartigen
ewächsen; die Ammoniak- und salpetersauren Salze, namentlich die ersteren,
wirken unter den gewöhnlichen Kulturverhältnissen eine beträchtliche Er-
hung der Ernteerträge; aber in gleicher Weise scheinen auch die phosphor-
uren Verbindungen und selbst (obgleich im geringeren Grade) die Salze des
alis günstig zu wirken; der Guano und das gedämpfte oder gelöste Knochen-
ehl sind vortreffliche Düngemittel für die Kartoffel. Diese aus zahlreichen,
i Großen ausgeführten Versuchen abgeleiteten Folgerungen finden voll-
mmen ihre Bestätigung durch die in neuester Zeit von Chatin gemachten
eobachtungen über den Einfluß verschiedener Salze auf das Wachsthum der
artoffeln. Der Versuchsboden hatte eine lehmig-sandige Beschaffenheit.
die Kartoffeln wurden am 1. April 1852 reihenweise ausgelegt und die be-
effenden fein gepulverten Salze um die Knollen herum in die Löcher gestreut.
ede mit Salz versehene Reihe war von der andern durch eine ungedüngte
Reihe getrennt und zwischen diesen hier und da wieder Reihen angebracht,
elche einen guten Hofdünger erhalten hatten. Düngermenge und Ernte-
träge, jedesmal für die Fläche eines Hectar berechnet, betrugen:

	Menge des Düngers.	Ernteertrag.
Ungedüngt	— Kil.	14703 Kil.
Kochsalz	137 „	12188 „
Bittersalz	275 „	12719 „
Glaubersalz (krystallisirt)	247 „	12750 „
Kohlensaures Natron (trocken)	125 „	14063 „
Chlorkalium	194 „	15000 „
Salpetersaures Natron	204 „	15375 „
Schwefelsaures Kali	205 „	15937 „
Salpeter	238 „	16750 „
Gips (geglüht)	161 „	16791 „
Kohlensaures Kali	161 „	16875 „
Phosphorsaures Natron (verwittert)	160 „	18530 „
Salmiak	136 „	21156 „
Schwefelsaures Ammoniak	153 „	21750 „
Gute halbe Mistdüngung	c. 20000 „	23820 „

Die Ammoniaksalze haben fast ebenso kräftig wie der Stalldünger gewirkt und den Ertrag von 100 auf 150 erhöht; alle Natronsalze, mit Ausnahme des phosphorsauren und salpetersauren, waren schädlich, die Kalisalze ohne Ausnahme günstig. Aus der Vergleichung der verschiedenen Wirkungen von Kali- und Natronsalpeter einerseits, des schwefelsauren und salzsauren Ammoniaks andererseits, die dasselbe Aequivalent Stickstoff enthielten, ergiebt sich, daß es nicht einerlei ist, ob der Stickstoff in der einen oder anderen Form den Pflanzen dargeboten wird.

Die körnertragenden Hülsenfrüchte bilden ebenfalls eine wichtige Klasse der Kulturpflanzen. Ueber die Anforderungen, welche diese Gewächse an den Boden machen, liegen bisher nur wenige genaue Beobachtungen vor, da die Resultate der zahlreichen von Lawes und Gilbert in dieser Richtung angestellten Versuche, so viel ich weiß, noch nicht vollständig veröffentlich worden sind. Die erwähnten Männer, welche sich so große und bleibende Verdienste um die Aufklärung und Lösung der wichtigsten landwirthschaftlichen Fragen erworben haben, bemerken nur vorläufig, daß die Hülsenfrüchte, andere Verhältnisse gleich gedacht, durchaus nicht so entschieden und charakteristisch wie die grasartigen Gewächse durch stickstoffhaltigen Dünger im Wachsthum gefördert werden; es scheint vielmehr für die Leguminosen ein mineralischer und vorzüglich ein alkalischer Dünger nöthig zu sein, indem dieselben durch den letzteren befähigt werden, eine um so größere Menge von Stickstoff- und Kohlenstoffnahrung der Atmosphäre zu entziehen. In einem noch höheren Grade als die körnertragenden Hülsenfrüchte vermag der Klee (Luzerne, Esparsette rc.) auf Kosten der atmosphärischen Nahrung seine organische Masse zu bilden; er entwickelt sich vollkommen und sogar üppig, auch

enn ihm im Boden ausschließlich nur die nöthigen Mineralstoffe und hin-
ichende Feuchtigkeit geboten werden. Die Richtigkeit dieser Behauptung
ndet schon ihre Bestätigung in der bekanntlich für das Wachsthum des Klees
hr günstigen Wirkung der Asche und anderer mineralischer Düngemittel.
uch direkte Vegetationsversuche beweisen die Fähigkeit des Klees und der
eguminosen, die zur Bildung ihrer organischen Masse nöthige Nahrung so
ut wie vollständig der Atmosphäre zu entziehen. Boussingault säete
erschiedene Samen in eine Mischung von ausgeglühtem Thon und reinem
Sande und ließ die aufgegangenen Pflanzen längere Zeit hindurch in diesem
Boden, unter Befeuchtung desselben mit destillirtem Wasser vegetiren:

1. Rother Klee. Es enthielten nach der Analyse:

		Kohlenst.	Wasserst.	Sauerst.	Stickst.
,586	Grm. Körner . . .	0,806 Grm.	0,095 Grm.	0,571 Grm.	0,114 Grm.
,106	„ Ernte	2,082 „	0,271 „	1,597 „	0,156 „
,520	= Zunahme bei der Kultur	1,276 Grm.	0,176 Grm.	1,026 Grm.	0,042 Grm.

Mithin hatten sich die Elementarbestandtheile des Samens während
iner dreimonatlichen Kultur fast verdoppelt; der Stickstoff der geernteten
Pflanze zeigt einen Ueberschuß von 0,042 Grm. gegen den Stickstoff des aus-
gesäeten Samens.

2. Erbsen. Bis zur Reife der Pflanze kultivirt; es enthielten

		Kohlenst.	Wasserst.	Sauerst.	Stickst.
,072	Grm. Aussaat . . .	0,515 Grm.	0,069 Grm.	0,442 Grm.	0,046 Grm.
,441	„ Ernte	2,392 „	0,289 „	1,645 „	0,115 „
,369	Grm. Gewinn . . .	1,877 Grm.	0,220 Grm.	1,203 Grm.	0,069 Grm.

Aus diesem Versuch geht hervor, daß 1,072 Grm. Aussaat aus der
Luft und dem Wasser während einer 99tägigen Kultur in den wärmsten Mo-
naten um 3,369 Grm. an organischer Masse zugenommen haben und daß
die ursprünglich in dem Samen enthaltene Menge Stickstoff in der zur Reife
gelangten Pflanze sich mehr als verdoppelt hat.

3. Weizen.

		Kohlenst.	Wasserst.	Sauerst.	Stickst.
1,644	Grm. Aussaat . . .	0,767 Grm.	0,095 Grm.	0,725 Grm.	0,057 Grm.
3,022	„ Ernte	1,457 „	0,175 „	1,330 „	0,060 „
1,378	Grm. Gewinn . . .	0,690 Grm.	0,080 Grm.	0,605 Grm.	0,003 Grm.

Man sieht, daß sich nach dreimonatlicher Kultur das Gewicht fast ver-
doppelt hat; die Analyse ergibt aber, daß die Zunahme an Stickstoff kaum
bemerkbar war und doch ist der Versuch ebenso geleitet und ganz unter den-
selben Umständen ausgeführt, wie der mit dem Klee. Ueberall in diesen
Versuchen zeigten die Pflanzen bei weitem nicht das kräftige Wachsthum,

welches sie im offenen Felde erlangt haben würden. Nach drei Monaten fand man den Klee, obgleich lebhaft grün gefärbt, doch viel weniger entwickelt als den, welcher vergleichsweise in einen mit Mist und Gips gedüngten Boden gesäet worden war. Der Weizen zeigte dieselbe Kraftlosigkeit und vom zweiten Monate an bemerkte man, daß jedes, sich nach oben am Halme entwickelnde Blatt die am untern Theile sitzenden Blätter beeinträchtigte und gelb machte. Die Erbsen hatten, obgleich sie zur Reife gekommen waren, weit kleinere Blätter, die Samen waren weder so zahlreich noch so groß als die der im Großen angebauten Pflanze. Man weiß, daß die Kraft und Stärke der neuen Pflanze großentheils der Fruchtbarkeit des Bodens, in welchem der Same aufgeht, zuzuschreiben ist, und daß eine Pflanze, die in ihrer ersten Jugend darben mußte, auch später keine vollkommene Ausbildung erreichen kann; es wird unter solchen Verhältnissen auch die Aufnahme von Nahrungsstoffen aus der Atmosphäre eine weit geringere sein. Es war daher interessant, die vorerwähnten Versuche auf kräftig organisirte Pflanzen, die sich in einem fruchtbaren Boden entwickelt hatten, auszudehnen; hinsichtlich der Klee- und Haferpflanze machte Boussingault in dem letzteren Falle die folgenden Beobachtungen.

4. Anbau der entwickelten Kleepflanze. Von einem im Frühjahr besäeten Kleefelde versetzte man am 28. Mai einige möglichst gleichmäßig entwickelte Pflanzen in frisch geglühten und mit destillirtem Wasser befeuchteten Sand. In den ersten Tagen schien die Vegetation schwach zu sein; bald darauf aber nahm sie eine überraschende Lebhaftigkeit an. Nach einem Monate hatte der Klee die doppelte Höhe erreicht; die Blätter zeigten die schönste grüne Farbe; die Pflanze hatte dasselbe schöne Aussehen, wie der Klee von gleichem Alter, welcher auf dem Acker geblieben war. Am 8. Juli fingen die Blüthen an sich zu zeigen und am 15. Juli stand die Pflanze in voller Blüthe. Am 1. August ergab sich aus der Analyse:

	Kohlenst.	Wasserst.	Sauerst.	Stickst.
6,884 Grm. vor dem Anbau .	0,384 Grm.	0,048 Grm.	0,419 Grm.	0,033 Grm.
2,265 „ nach dem Anbau .	1,200 „	0,146 „	0,863 „	0,056 „
1,381 Grm. Gewinn . . .	0,816 Grm.	0,098 Grm.	0,444 Grm.	0,023 Grm.

In zwei Monaten hatte also der Klee auf Kosten der Luft und des Wassers seine organische Masse beinahe verdreifacht und das Gewicht des Stickstoffes sich fast verdoppelt.

5. Versuch mit entwickelten Haferpflanzen. Am 20. Juni nahm man mehrere Haferpflanzen vom Acker und stellte sie mit ihren Wurzeln in ein Gefäß mit destillirtem Wasser. Mitte Juli hatten die Halme ihre Länge verdoppelt und es würde schwer gewesen sein die Pflanzen von den

während dieser Zeit auf dem Felde erbauten zu unterscheiden. Ende Juli waren die Aehren ausgebildet und am 10. August die Körner reif. Es enthielt

	Kohlenst.	Wasserst.	Sauerst.	Stickst.
die versetzte Pflanze	0,827 Grm.	0,106 Grm.	0,568 Grm.	0,059 Grm.
nach 41 Tagen der Vegetation .	1,500 „	0,193 „	1,372 „	0,053 „
Unterschied	+ 0,673	+ 0,087	+ 0,804	— 0,006

Die Analyse zeigt einen geringen Verlust an Stickstoff. Wenn man nun die in diesen Untersuchungen enthaltenen Ergebnisse zusammenfaßt, so findet man:

1. daß der Klee und die Erbsen in einem von Dünger gänzlich freien Boden angebaut, außer Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff eine, durch die Analyse bestimmbare Menge Stickstoff aufgenommen haben;

2. daß der unter denselben Umständen angebaute Weizen und Hafer aus der Luft und dem Wasser ebenfalls Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff aufgenommen hat, daß aber die Analyse bei diesen Getreidearten, nachdem sie ihre Vegetation beendet hatten, keinen Zuwachs an Stickstoff hat nachweisen können.

Ich füge zu den vorstehenden Versuchen und Bemerkungen Boussingault's noch hinzu, daß auch die aus dem Samen gezogenen Erbsen- und namentlich die Kleepflanzen ein völlig normales Wachsthum würden gezeigt haben, wenn man ihnen im Boden eine Quelle von auflöslicher mineralischer Nahrung, vorzugsweise von Alkalien und Phosphorsäure geboten hätte, und daß in diesem Falle eine direkte Zufuhr von organischen kohlenstoff- und stickstoffhaltigen Substanzen nur von geringer Wirkung gewesen wäre; die kleeartigen Gewächse, wie auch die körnertragenden Leguminosen vermögen die Stickstoffnahrung in sehr beträchtlicher Menge der Atmosphäre zu entziehen. Ueber die Bedingungen eines normalen Wachsthums habe ich seit einigen Jahren bei mehreren Kulturpflanzen sehr zahlreiche Vegetationsversuche angestellt, von deren Ergebnissen ich hier einige mittheilen will. In einem hellen, staub- und dunstfreien Zimmer, welches nach Süden, Osten und Westen mit Fenstern versehen war, wurden gleich große Gefäße aufgestellt, daß jedesmal zwei derselben von den aus Osten, Süden oder Westen direkt einfallenden Sonnenstrahlen gleichmäßig getroffen wurden; zwei andere Gefäße von gleicher Größe stellte man in das nach Norden ausgehende Fenster des anstoßenden Zimmers, welches nur im hohen Sommer von einigen Strahlen der Morgensonne beschienen wurde. In alle Gefäße brachte man dieselbe Sorte einer gewöhnlichen, ziemlich thonigen und bindigen Ackererde und zwar jedesmal etwa $1^3/_4$ Pfd. oder reichlich 800 Grm. Im Frühjahr

1852 wurde in alle Gefäße gleichzeitig Spergel und Hafer gesäet, [illegible] eine gleiche Anzahl Pflanzen bis zur Reife, unter täglicher Befeuchtung [illegible] Bodens mit destillirtem Wasser, kultivirt, der Spergel in Nr. 1 bis 6 [illegible] 15. Juli, in Nr. 7 und 8 am 20. Juli, der Hafer in Nr. 1 bis 6 [illegible] 14. August, in Nr. 7 und 8 am 24. August geerntet.

Spergel.	Ost. 1. Grm.	2. Grm.	Süd. 3. Grm.	4. Grm.
Frische Substanz	4,445	3,654	4,216	[illegible]
Trockensubstanz	1,012	0,830	1,015	[illegible]
„ in Proc.	22,72	22,72	24,07	[illegible]
Samen	0,313	0,249	0,358	[illegible]
Stroh	0,699	0,581	0,657	0,717
Verhältniß zwischen beiden	1:2,23	1:2,33	1:1,84	[illegible]
Trockensubstanz	1,842 Grm.		2,113 Grm.	

Spergel.	West. 5. Grm.	6. Grm.	Nord. 7. Grm.	8. Grm.
Frische Substanz	3,653	4,433	4,655	[illegible]
Trockensubstanz	0,774	0,969	0,812	[illegible]
„ in Proc.	21,46	21,86	17,44	[illegible]
Samen	0,243	0,319	0,187	[illegible]
Stroh	0,531	0,650	0,625	[illegible]
Verhältniß zwischen beiden	1:2,18	1:2,04	1:3,34	[illegible]
Trockensubstanz	1,743 Grm.		1,770 Grm.	

Hafer.	Ost. 1. Grm.	2. Grm.	Süd. 3. Grm.	4. Grm.
Frische Substanz	2,920	2,665	2,336	[illegible]
Trockensubstanz	1,401	1,606	1,537	[illegible]
„ in Proc.	47,98	60,26	65,37	[illegible]
Körner	0,692	0,745	0,756	[illegible]
Stroh	0,709	0,861	0,781	[illegible]
Verhältniß zwischen beiden	1:1,03	1:1,16	1;1,03	1:0,81
Trockensubstanz	3,007 Grm.		2,913 Grm.	
Hafer und Spergel	4,849 „		5,026 „	

Hafer.	West. 5. Grm.	6. Grm.	Nord. 7. Grm.	8. Grm.
Frische Substanz	2,836	2,865	5,194	[illegible]
Trockensubstanz	1,649	1,380	2,215	[illegible]
„ in Proc.	58,15	48,17	42,64	36,70
Körner	0,814	0,597	1,170	0,913
Stroh	0,835	0,783	1,045	[illegible]
Verhältniß zwischen beiden	1:1,03	1:1,31	1:0,90	[illegible]
Trockensubstanz	3,029 Grm.		4,099 Grm.	
Hafer und Spergel	4,799 „		5,869 „	

Bei dem Spergel ist deutlich unter dem Einfluß der warmen Mittags-
ne die größte Menge an vegetabilischer Substanz gebildet worden, während
en Ost, noch mehr aber gegen West und Nord die Menge derselben eine
ingere ist. Besonders charakteristisch ist der Einfluß des wärmeren
d intensiveren Sonnenlichtes im procentischen Gehalte an
ockensubstanz ausgesprochen; die gegen Süden vegetirenden Pflanzen waren
Zeit der Ernte mehr ausgetrocknet, hatten überhaupt einen höheren Grad
Reife erreicht, welcher sich sehr bestimmt auch in der vollkommneren Aus-
dung und dem größeren Gewichte der Samenkörner zu erkennen gibt. Bei
n Hafer waren die bei dem Spergel beobachteten Unterschiede in den Ernte-
wichten nicht in gleicher Weise vorhanden; nach Ost und West war im
ittel genau gleichviel organische Masse erzeugt worden, gegen Süden eine
inge Quantität weniger, gegen Norden aber bedeutend mehr; in dem
teren Falle war die Vegetationszeit jedoch um 10 Tage verlängert. Das
rhältniß zwischen den Körnern und dem Stroh war bei dem Hafer überall
mlich dasselbe und es ergibt sich als allgemeines Resultat der Beobachtungen,
ß die Entwickelung des Hafers im geringeren Grade abhängig
von der Wärme und dem Lichte als das Wachsthum und
e vollkommene Ausbildung der Spergelpflanze. In noch
ei anderen Gefäßen, mit derselben Erde angefüllt, welche in der Mitte des
mmers aufgestellt waren und niemals von direkten Sonnenstrahlen erreicht
rden, entwickelte sich genau in derselben Zeit bei der Spergelpflanze 0,445
d 0,531 Grm. Trockensubstanz, bei dem Hafer dagegen 1,506 und 1,668
rm., durch welches Resultat die so eben ausgesprochene Behauptung noch
e weitere Bestätigung erhält. Zu bemerken ist übrigens, daß sowohl die
afer- wie die Spergelpflanzen bei Ausschluß des direkten Sonnenlichtes ein
ichliches und schwammiges Aussehen erhielten und künstlich unterstützt
rden mußten, welches bei den gegen Osten und Westen vegetirenden Pflan-
i im geringeren Grade, gegen Süden gar nicht stattfand; hier blieb der
tengel und der Halm niedrig, aber steif, und hatte eine völlig normale
schaffenheit.

Die beschriebenen Versuche haben hier besonders aus dem Grunde Er-
ähnung gefunden, weil die betreffenden Gefäße in dem folgenden Jahre
853) zu Beobachtungen über das Wachsthum des rothen Klees benutzt
urden. Die Erde blieb durchaus dieselbe, sie erlitt keine andere Behandlung,
s daß man die noch von der früheren Vegetation vorhandenen Wurzeln
rgfältig aussuchte und den Boden überall gleichmäßig pulverte und auf-
kerte. Der Klee entwickelte sich anfangs ganz in gleicher Weise, wie auf
m Felde, aber um die Mitte Juni schien ein völliger Stillstand im Wachs-

thum der Pflanzen einzutreten, die Blattstengel nahmen jene röthliche Färbung an, welche deutlich den Mangel an zusagender Nahrung anzeigt und es wurde am 27. Juni der erste Schnitt genommen:

	Ost.		Süd.		West.		Nord.	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
Frische Substanz	6,981	5,345	7,543	7,841	6,690	6,930	6,573	6,867
Trockensubstanz	1,444	1,093	1,766	1,777	1,458	1,412	1,003	1,082
Ditto in Proc.	20,69	20,45	23,41	22,66	21,79	20,52	15,26	15,76
Trockensubstanz	2,537 Grm.		3,543 Grm.		2,870 Grm.		2,085 Grm.	

Diese Zahlen beweisen hinreichend, eine wie große Rolle das direkte Licht und die mit demselben verbundene Wärme bei der Entwickelung der Kleepflanze spielt; gegen Süden ist die procentische und absolute Menge der gebildeten Trockensubstanz deutlich am größten, gegen Norden am geringsten, während gegen Ost und West ein zwischen jenen Grenzen in der Mitte liegender Grad der Entwickelung beobachtet wird. Die beiden vorher erwähnten, in der Mitte des Zimmers auf einem erhöhten Orte stehenden Gefäße producirten zu derselben Zeit noch bedeutend weniger an vegetabilischer Substanz, nämlich nur 0,459 und 0,568 Grm. im getrockneten Zustande. Ich überstreute nun am 27. Juni die Gefäße Nr. 2, Nr. 3, Nr. 5 und Nr. 7 mit 0,3 Grm. fein gepulvertem phosphorsaurem Kali, welches, um die Löslichkeit zu vermindern, bei möglichst niedriger Temperatur geschmolzen worden war, begoß überall, so oft es nöthig war, mit destillirtem Wasser und erntete am 29. Juli zum zweiten Male:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
Frische Substanz	4,093	4,938	5,674	4,277	4,907	3,806	4,156	3,708
Trockensubstanz	0,910	1,027	1,176	0,995	1,023	0,804	0,642	0,553
Ditto in Proc.	22,23	20,80	20,73	23,26	20,85	21,13	15,45	14,91
Trockensubstanz	1,937 Grm.		2,171 Grm.		1,827 Grm.		1,195 Grm.	

In Folge der Ueberdüngung des Klees mit phosphorsaurem Kali ist überall die Vegetation sehr deutlich und gleichmäßig um etwa $^1/_5$ beschleunigt worden. Noch weit auffallender aber war der Erfolg, als nach dem zweiten Schnitte am 29. Juli in den Gefäßen Nr. 2, Nr. 3, Nr. 5 und Nr. 7 jedesmal 0,4 Grm. kohlensaures Kali auf die Oberfläche des Bodens gestreut worden war; schon nach wenigen Tagen zeigte sich in diesen Gefäßen ein weit üppigeres Wachsthum, als bisher, die neugebildeten Blätter waren größer und intensiver grün gefärbt und ebenso wie die Blattstengel viel saftiger und vegetationskräftiger als in den übrigen Gefäßen, wo in der That das Wachsthum des Klees von jetzt an ein sehr kümmerliches war. Am 23.

zuft wurde ein dritter Schnitt und am 17. September noch ein vierter ommen; gegen Ende dieser Periode trat überall ein fast völliger Stillstand der Vegetation ein.

	Ost.		Süd.		West.		Nord.	
Schnitt.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
che Substanz	2,253	7,125	7,300	2,097	7,610	1,794	4,478	1,836
ckensubstanz	0,431	1,113	1,222	0,433	1,127	0,367	0,564	0,280
to in Proc.	10,30	15,62	16,74	20,65	14,81	20,46	12,60	15,25
Schnitt.								
ckensubstanz	0,196	0,368	0,449	0,191	0,441	0,193	0,227	0,109
ckensubst. v.								
u. 4. Schnitt	0,627	1,481	1,671	0,624	1,568	0,560	0,791	0,389

Die hier mitgetheilten Ernteresultate beweisen mit vollkommener Klar- t die große Bedeutung, welche dem Kali bei dem Wachsthum des Klees zulegen ist. Eine weitere fast noch auffallendere Bestätigung erhielt ich in igen anderen Versuchen, welche gleichzeitig auch den Einfluß des direkten nnenlichtes auf das Gedeihen der Kleepflanze zeigen sollten. Es wurde mlich eine Quantität derselben Erde, welche man für die eben erwähnten Ver- he benutzte, bei schwacher Rothglühhitze ausgeglüht, und also auf diese Weise e organischen Substanzen und alle etwa vorhandenen Stickstoffverbindungen brannt und verflüchtigt; die Erde, welche ziemlich stark eisenhaltig war, hatte ch dem Glühen eine rothe Farbe und eine lockere Beschaffenheit; mit der- ben wurden 5 Gefäße, ein jedes mit etwa 700 Grm. angefüllt und am . April 1853 rother Klee eingesäet. Nr. 1 dieser Gefäße stand während r ganzen Dauer des Versuches an einem erhöhten Orte in der Mitte des mmers, Nr. 2 war dem nach Süden ausgehenden Fenster etwas näher rückt, ohne jedoch von den direkten Sonnenstrahlen getroffen zu werden, r. 3 befand sich dem Fenster noch näher und wurde schon zuweilen, aber ts nur kurze Zeit hindurch von der Sonne direkt beschienen und erwärmt. r. 4 blieb bis zum 20. Juni neben Nr. 1 stehen und wurde von dieser Zeit in dem Fenster den vollen Strahlen der Mittagssonne ausgesetzt; Nr. 5 dlich befand sich seit dem 28. Mai unter dem Einfluß des direkten Sonnen- htes. In den Gefäßen Nr. 1, 2 und 3 wurde der Klee zwei Mal am l. Juli und am 12. August geschnitten, in dem Gefäße Nr. 4 dagegen ei Mal: am 12. Juli, 23. August und 17. September, in Nr. 5 aber er Mal, an denselben Tagen und außerdem am 29. Juli.

	1. Schnitt.		2. Schnitt.		3. Schnitt.		4. Schnitt.
	Frisch.	Trocken.	Frisch.	Trocken.	Frisch.	Trocken.	Trocken.
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
Nr. 1.	2,557	0,343	1,168	0,152	—	—	—
„ 2.	6,727	0,940	4,188	0,558	—	—	—
„ 3.	9,130	1,373	4,372	0,707	—	—	—
„ 4.	3,368	0,614	19,522	3,352	—	1,367	—
„ 5.	33,226	6,651	17,627	2,970	43,815	8,931	1,762

Nr. 5 der Gefäße stand in demselben Fenster wie Nr. 3 und 4 in
vorher beschriebenen Versuchen, war also durchaus gleichen äußeren Ein
ausgesetzt; der einzige Unterschied bestand darin, daß die Ackererde bei
einen Versuche im frischen, bei dem anderen im ausgeglühten Zustande
wandt worden war. Die ungeglühte Erde producirte im Ganzen in 4 S
ten nur 3,396, die ausgeglühte Erde dagegen 20,314 Grm. Trockensub
die fast ebenso große Masse an Stoppeln und Wurzeln ungerechnet; in
ersteren gelangte der Klee nicht bis zur Blüthe, in der letzteren waren
schon am 29. Juli 14 Blüthenstengel ausgebildet und 1 Köpfchen fing
blühen, am 23. August aber waren 5 Köpfchen schon abgeblüht, 16 in
Blüthe begriffen, von auffallender Größe und Ueppigkeit und außerdem
10 Knospen sichtbar, die Blüthenstengel waren stark und kräftig und
ten eine Länge von 2 Fuß; überhaupt erschienen die Pflanzen in diesem
fäße vollkommener entwickelt, als man sie in derselben Zeit unter den
lichen Verhältnissen in dem kräftigsten Ackerboden hätte erzielen können.
war hier keine Spur von organischer Substanz oder von Stickstoffnahr
im Boden vorhanden, nur die mineralischen Nahrungsstoffe und vorzugs
das Kali war durch das Ausglühen der Erde in einen löslicheren Zu
übergeführt worden und wurde jetzt in reichlicher Menge und in pa
Form der Kleepflanze dargeboten; damit waren alle Bedingungen einer
aus üppigen Vegetation erfüllt. Nach den mitgetheilten Versuchsresulta
kann kein Zweifel darüber obwalten, daß der Klee, wenn er gut gedeihen
vorzugsweise eine große Menge von auflöslichem Kali im Boden verlan
Schließlich verweise ich noch auf die früher (Seite 392) mitgetheilten Ver
suchsergebnisse, nach welchen der Ertrag an grünem Klee im zweiten Ja
nach einer sehr reichlichen Ueberdüngung mit kohlensaurem Kali pr. He
von 17928 Kil. bis auf die enorme Höhe von 49455 Kil. gesteigert wor
den war.

Die folgende Tabelle gibt die durchschnittlichen Mehrerträge an
trockner Substanz, welche im Mittel aus den zahlreichen und vieljähr
Versuchen in Rothamstead von Lawes und Gilbert unter dem Ein
verschiedener Düngemittel gewonnen wurden; man sieht daraus sehr deutl

ie charakteristische Wirkung gewisser Düngerbestandtheile uf die einzelnen Gruppen der Kulturpflanzen.

Art der Düngung.	Mehrertrag im Durchschnitt pr. Hectare.				
	Halmfrüchte.		Leguminosen.		Wurzelgewächse.
	Weizen.	Gerste.	Pferdebohnen.	Klee.	Turnips.
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
Kali	—	—	1013	1098	—
Kali, Natron, Magnesia	292	Null	910	1319	—
Saurer phosphorsaurer Kalk	447	262	Null	122	17070
Saurer phosphorsaurer Kalk und Kali .	105	—	545	1706	13054
Salpetersaures Natron	2509	2020	—	—	—
Ammoniaksalze	1851	2502	15	Null	756
Ammoniaksalze und saurer phosph. Kalk	2712	3054	189	Null	21260
Ammoniaksalze, saurer phosph. Kalk und Kali	3193	—	918	1173	23740
Ammoniaksalze, Kali, Natron, Magnesia und saurer phosphorsaurer Kalk . . .	3278	3406	1476	1000	25734

Das Gesammt-Resultat der bisher in diesem Kapitel angestellten Unter-chungen und Erörterungen läßt sich kurz und übersichtlich in der folgenden eise darstellen:

Stickstoff. Phosphorsäure. Kali.

Halmfrüchte. Rübenartige Pflanzen. Klee, Luzerne &c.

Kartoffeln. Hülsenfrüchte.

Oelfrüchte und andere Handelsgewächse.

Die Bedeutung dieser Zusammenstellung ist leicht verständlich: die almfrüchte verlangen vorzugsweise auflösliche Stickstoffverbindungen reichlicher Menge; der Mangel an zusagender Stickstoffnahrung im Boden bei der Kultur der Halmfrüchte in den meisten Fällen die alleinige Ursache : Bodenerschöpfung; nächst dem chemisch gebundenen Stickstoff kommt die hosphorsäure in Betracht und zuletzt erst das Alkali. Wenn der Klee, Luzerne und andere Futterkräuter unter sonst günstigen physikalischen rhältnissen des Bodens nicht recht gedeihen, dann ist die nächste Ursache ser Erscheinung in dem Mangel einer passenden Kaliverbindung oder in er zu geringen Menge der letzteren zu suchen; als zweiter in landwirth-aftlicher Hinsicht wichtiger Stoff bei dem Anbau der Futterkräuter ist Phosphorsäure zu erwähnen, die geringste Bedeutung haben in diesem lle die Stickstoffverbindungen. Auf das Wachsthum der rübenartigen :wächse wirkt vorzugsweise die Phosphorsäure, namentlich deren Ver-bung mit Kalk, überaus günstig; eine frische Düngung hat ebenfalls einen fallenden Erfolg, hauptsächlich aus dem Grunde, weil dadurch im Boden

eine reichliche Quelle von Kohlensäure gebildet wird und die letztere den Ueber-
gang des phosphorsauren Kalkes in die Pflanze wesentlich erleichtert; die
auflöslichen Stickstoff- und Kaliverbindungen haben in diesem Falle gerin-
geren, aber unter sich ziemlich gleichen Werth. Die *Kartoffel* verlangt
zu ihrem Gedeihen gleichzeitig Stickstoff und Phosphorsäure, weniger eine
direkte Zufuhr der Alkalien; die körnertragenden *Hülsenfrüchte* dagegen
beweisen sich sehr dankbar gegen eine Düngung mit kali- und phosphorsäure-
reichen Substanzen, während die reinen Stickstoffverbindungen einen weniger
auffallenden Erfolg bei dem Anbau dieser Gewächse zeigen. Die *Oel-
früchte* endlich und überhaupt alle sogenannten *Handelsgewächse*
gewähren nur dann lohnende Ernteerträge, wenn alle jene drei wesentlichen
Bestandtheile des Düngers in reichlicher Menge und in leichtlöslicher Form
im Boden vorhanden oder demselben vor dem Anbau jener Pflanzen zugeführt
worden sind.

Vergleicht man die so eben erwähnten, unmittelbar aus der Erfahrung
und aus zahlreichen Feldversuchen sich ergebenden Thatsachen mit der chemi-
schen Zusammensetzung der Ernteerträge und mit den Mengen an wesentlichen
Düngerbestandtheilen, welche in den betreffenden Erträgen auf der Fläche
eines Hectar enthalten sind, so gelangt man zu der Ueberzeugung, daß die durch
den Anbau verschiedener Kulturpflanzen bewirkte Erschöpfung des Bodens in
keiner Weise zu der Menge und Beschaffenheit der in der Ernte vorhandenen
organischen oder mineralischen Bestandtheile in einem geraden Verhältniß
steht, und außerdem, daß die von *Liebig* begründete und, wie es scheint,
noch jetzt vertheidigte *Mineraltheorie* durch die praktische Erfahrung der
Landwirthe nicht als richtig bestätigt wird. Nur in Betreff der Futterkräuter
und vielleicht auch der körnertragenden Hülsenfrüchte kann man annehmen,
daß deren üppiges Gedeihen in chemischer Hinsicht fast ausschließlich durch
die Gegenwart von mineralischen Nahrungsstoffen, namentlich der Alkalien
und der Phosphorsäure bedingt ist; die Rüben enthalten verhältnißmäßig
wenig Phosphorsäure, dagegen viel Kali und doch ist die zuerst genannte
Substanz vorzugsweise geeignet, das Wachsthum jener Wurzelfrüchte zu
unterstützen; die Halmfrüchte enthalten um die Hälfte weniger Stickstoff als
die Hülsenfrüchte und die Futterkräuter und doch ist bei der Kultur der ersteren
eine reichliche Zufuhr von auflöslicher Stickstoffnahrung zum Gedeihen der-
selben unentbehrlich, während die blattreichen Gewächse in dieser Hinsicht
weit genügsamer sind. Wir finden in den angeführten Thatsachen die Be-
stätigung der schon im Anfange dieses Kapitels aufgestellten Behauptung:
*daß die einzelnen Kulturpflanzen in Folge der einer jeden
eigenthümlichen Struktur der Wurzeln und der Blätter*

sehr verschiedenem Grade die Fähigkeit besitzen, gewisse
hrungsstoffe dem Boden oder der Atmosphäre zu ent-
hen. Welche allgemeine Nahrungsstoffe es sind, deren Mangel im
den in den meisten Fällen die Erschöpfung des letzteren bedingt, ergibt sich
i von selbst, wenn wir die nachstehende, überall als richtig angenommene
henfolge der den Boden mehr oder weniger angreifenden oder selbst be-
hernden Gewächse betrachten und mit derselben die erwähnten Anforde-
gen vergleichen, welche die verschiedenen Pflanzengattungen an die im
den enthaltene Pflanzennahrung machen:

. Bereichernde Gewächse: Klee, Luzerne und Esparsette.
. Schonende Gewächse: körnertragende Hülsenfrüchte und grün abgemähte Halmfrüchte.
. Bodenerschöpfende Gewächse: Halmfrüchte, Rüben und Kartoffeln.
. Stark angreifende Gewächse: Oelpflanzen und Handelspflanzen.

Wenn die Halmfrüchte überall als bodenerschöpfende Gewächse aner-
nt sind, und im Vorhergehenden nachgewiesen worden ist, daß deren Ge-
en durch alleinige Zufuhr einer passenden Stickstoffverbindung oft viele
re hindurch gesichert ist, so kann darüber kein Zweifel bleiben, daß der
ngel an Stickstoffnahrung im Boden in den meisten Fällen als
ache der eingetretenen Bodenerschöpfung betrachtet werden muß. Da aber
chfalls Rüben und Kartoffeln zu den angreifenden Gewächsen gehören,
deren Wachsthum durch Phosphorsäure sehr entschieden gefördert
d, so muß man dieser Substanz nothwendig die zweite Rolle bei der Er-
pfung des Bodens durch die Kultur zuschreiben. Der Klee und andere
terkräuter sind bodenbereichernde Früchte, obgleich sie eine große Menge
Phosphorsäure und namentlich Alkalien dem Boden entziehen; die
deutung der letzteren für die Theorie der Bodenerschöpfung kann daher
eine geringe sein; die bereichernde Kraft des Klees liegt fast ausschließlich
der Fähigkeit dieser Pflanze, eine große Menge der aus der umgebenden
nosphäre den Pflanzen dargebotenen Stickstoffnahrung zu binden, mittelst
r weit verzweigten und tief gehenden Wurzeln die mineralischen Nahrungs-
fe zu sammeln und beide in ihren Ernterückständen gleichsam im concentrir-
und nach der Verwesung der letzteren leicht löslichen Zustande der nach-
jenden Halmfrucht zu überliefern. Die Ursache, weshalb der Klee nur
h einer gewissen Reihe von Jahren auf demselben Felde wiederkehren darf,
t gewiß vorzugsweise in dem Verhalten dieser Pflanze zu dem Kali, wie
scheint nicht aus dem Grunde, weil im Boden vielleicht nicht eine dem
halte des Klees entsprechende Menge auflöslichen Kali's vorhanden wäre
r nicht schnell genug unter dem Einflusse des Verwitterungsprozesses
bildete, sondern weil in der That der Klee eine größere Quantität Kali

im Boden fordert, als nach dem Gehalte der Ernte an dieser Substanz
lich nöthig wäre. Aus dem Umstande, daß z. B. die Kartoffel,
einer guten Ernte ebensoviel Kali dem Boden entzieht als der Klee, auf
Felde noch recht gut gedeiht, wo der Klee erst nach mehreren Jahren mit
folg wieder kultivirt werden kann, folgern wir, daß die Struktur der
membran in den Kleewurzeln den Durchgang des Kali's nicht so leicht
stattet wie bei den Kartoffeln und deshalb bei der Kultur des Klees das
in großer Menge und leicht löslicher Form im Boden vorhanden sein

Es ist auf den ersten Blick auffallend, daß die Halmfrüchte, obgleich
deren Erträgen verhältnißmäßig wenig Stickstoff gebunden ist, dennoch
letzteren in reichlicher Menge im Boden verlangen. Diese Thatsache
jedoch das Räthselhafte, wenn man bedenkt, daß die Halmfrüchte im höh
Grade als andere Pflanzen die im Boden enthaltene Stickstoffnahrung
nehmen, auch wegen ihrer unvollkommenen Bedeckung und Beschattung
Bodens die Verflüchtigung von Ammoniak aus dem letzteren weniger
hindern und vielleicht den schon assimilirten Stickstoff theilweise wieder
hauchen, überhaupt bei ihrer Kultur einen Stickstoffverlust
Mit den Niederschlägen der atmosphärischen Feuchtigkeit wird Ammoni
und Salpetersäure dem Boden zugeführt; die Mengen dieser Substanzen
in den Jahren 1851 und 1852 von Barral bei Paris bestimmt
sie betrugen für jeden einzelnen Monat und auf die Fläche eines He
berechnet:

	Salpetersäure.	Ammoniak.	Stickstoff in Summa.
Juli	8,03 Kil.	3,15 Kil.	3,90 Kil.
August	4,89 „	1,04 „	2,18 „
September	8,89 „	0,77 „	2,94 „
Oktober	2,81 „	0,53 „	2,26 „
November	4,26 „	1,01 „	1,93 „
December	5,95 „	1,17 „	2,50 „
Januar	4,17 „	1,27 „	2,13 „
Februar	1,96 „	1,62 „	1,84 „
März	2,21 „	0,43 „	0,94 „
April	0,85 „	0,75 „	0,84 „
Mai	4,00 „	0,76 „	1,66 „
Juni	1,28 „	1,29 „	1,39 „
Summa	46,50	13,79	24,51

In einem 4jährigen Turnus, z. B. Kartoffeln, Gerste, Klee und Weizen,
beträgt die Menge des direkt zugeführten Stallmistes im Ganzen etwa
40,000 Kil. pro Hectar, von welcher Menge man mit Rücksicht auf die
Anforderung der betreffenden Pflanzen an die Stickstoffnahrung und mit
Rücksicht auf die bereichernde Kraft des Klees für jede Halmfrucht wenigstens

100 Kil. in Anrechnung bringen muß, worin im Mittel etwa 80 Kil.
ckstoff enthalten sind. Die Menge des auf diese Weise an atmo-
ärischem und direkt im Dünger zugeführtem Stickstoff beträgt also
n 104½ Kil., während in einer mittleren Weizenernte pro Hectar nur
Kil., also kaum die Hälfte Stickstoff gebunden ist. Jener der Getreide-
anze in passender Verbindung dargebotene Stickstoff wird wahrscheinlich
h beträchtlich vermehrt durch die hier nicht in Rechnung gebrachten Thau-
derschläge und durch direkte Absorption des Erdbodens, so daß vielleicht
⅓ der ganzen von Außen her mit dem Boden in Berührung tretenden
nisch gebundenen Stickstoffmenge in der Ernte zurückbleibt, ⅔ dagegen
weder in einem zu fest gebundenen Zustande im Boden zurückbleibt oder
dem nicht hinreichend beschatteten Boden wieder entweicht, jedenfalls
r für die Vegetation fast vollständig verloren geht.

Zu einem ähnlichen Resultate gelangt man, wenn man von der That-
he ausgeht, daß man unter den gewöhnlichen Verhältnissen eines ratio-
len Ackerbaues die Ernteerträge der Halmfrüchte mit Hülfe des Düngers
hstens nur bis zum doppelten Quantum zu steigern im Stande ist, daß
von der ganzen erzielten Ernte nur etwa die Hälfte auf die Rechnung
zugeführten Düngers zu setzen ist. In dem durch den Dünger bewirkten
hrertrage pro Hectar, etwa 1000 Kil. Körner und 2000 Kil. Stroh sind
m 30 Kil. Stickstoff enthalten, während in den 16000 Kil. des consu-
ten Düngers 80 Kil., also fast die dreifache Quantität zugeführt wurde.
ch die Ergebnisse der von Lawes und Gilbert bei der Kultur des Wei-
s angestellten Versuche bestätigen den beträchtlichen Verlust an Stickstoff-
hrung während der Vegetation der Halmfrüchte; es zeigte sich nämlich in
en Versuchen, bei welchen freilich der Weizen und die Gerste viele Jahre
tereinander auf demselben Felde angebaut und ausschließlich mit schwefel-
rem Ammoniak gedüngt wurden, daß zur Mehrerzeugung von 100 Kil.
rner nebst der entsprechenden Menge Stroh die Zufuhr von reichlich
Kil. Ammoniak oder von etwa 8 Kil. chemisch gebundenem Stickstoff
hig war, während in jenem Mehrertrage nicht viel mehr als 3 Kil.
ickstoff enthalten ist. Bei den in Rothamstead ausgeführten Düngungs-
suchen fand man in dem Gesammt-Mehrertrage (Körner und Stroh) von
0 Theilen des im Dünger enthaltenen Stickstoffes:

	Weizen.	Gerste.
Ammoniaksalze (Normalmenge) allein	31,9 Prc.	43,4 Prc.
Chilisalpeter (Normalmenge) allein	29,3 „	28,4 „
Ammoniaksalze (Normalmenge) mit Mineraldünger .	42,5 „	48,1 „
Ammoniaksalze oder Rapskuchen (Normalmenge) mit Mineraldünger	38,3 „	35,5 „

	Weizen.	Gerste.
5. Ammoniaksalze (unter der Normalmenge) mit Mineraldünger	53,3 Prc.	60,6 Prc.
6. Chilisalpeter (unter der Normalmenge) allein . . .	52,2 „	42,4 „
7. Ammoniaksalze (über der Normalmenge) mit Mineraldünger	34,3 „	— „
8. Ammoniaksalze oder Rapskuchen (über der Normalmenge) mit Mineraldünger	37,2 „	— „
Im Durchschnitt	39,9 Prc.	43,1 Prc.

Die Normalmenge der Ammoniaksalze (1/2 Salmiak, 1/2 schwefels. Ammoniak) betrug in jedem Jahre 432 Kil. pro Hectar; von Chilisalpeter und Rapskuchen wurden die Quantitäten nach einem gleichen Stickstoffgehalt berechnet und ausgestreut; man sieht, daß bei einer so starken Düngung ein beträchtlicher Theil des im Dünger vorhandenen Stickstoffes für die Vegetation verloren gegangen ist, entweder durch Verflüchtigung oder durch zu feste Bindung im Boden, denn im Jahre nach der Anwendung der Ammoniaksalze beobachtete man keinerlei günstige Nachwirkung, welche selbst bei gleichzeitiger Zufuhr von Mineraldünger eine nur sehr geringe war.

Versuch.	Jahr.	Art der Düngung.	Mehrertrag an Körnern u. Stroh pr. Hectar.
1.	1845	363 Kil. Ammoniaksalze	2260 Kil.
	1846	242 „ „	1484 „
2.	1845	363 „ „	2260 „
	1846	Ungedüngt	÷ 53 „
3.	1847	432 Kil. Ammoniaksalze mit Mineraldünger .	2932 „
	1848	Mineraldünger	89 „
4.	1851	648 Kil. Ammoniaksalze mit Mineraldünger .	3755 „
	1852	Mineraldünger	606 „
5.	1851	648 Kil. Ammoniaksalze mit Mineraldünger .	4079 „
	1852	Mineraldünger	674 „

In den Fällen, wo ein geringeres Quantum der Stickstoffverbindungen namentlich gleichzeitig mit mineralischen Nahrungsstoffen zur Anwendung kam, bemerkt man, daß eine vollständigere Ausnutzung des Düngerstickstoffs stattfand; auch ist aus der Düngerlehre bekannt, daß sehr häufig, wenn Guano und Knochenmehl für Ländereien, welche in zwar guter Kultur, aber nicht in bereits großer Kraft sich befinden, in passender Menge und unter günstigen äußeren Verhältnissen benutzt werden, dann der in den Mehrerträgen enthaltene Stickstoff der Quantität nach oft vollkommen dem in jenen Düngmitteln dem Acker zugeführten Stickstoffe entspricht. In den zuletzt angedeuteten Fällen ist es jedoch nicht möglich zu bestimmen, wie viel von dem Mehrertrage auf Rechnung des Stickstoffes oder auf Rechnung der gleichzeitig zugeführten Phosphorsäure kommt.

Ganz anders ist das Verhalten der Blattfrüchte, namentlich des Klees; einer reichlichen Kleeernte kann auf der Fläche eines Hectar die große antität von 150 Kil. Stickstoff, fast drei Mal mehr als in einer Weizen-te, enthalten sein und dennoch vermag die Pflanze, wie ich oben nachge-sen habe, diese ganze Menge Stickstoff der Atmosphäre zu entziehen, leich hiermit nicht behauptet werden soll, daß nicht auch die im Boden vor-ndene Stickstoffnahrung aufgenommen wird und zur Förderung der Vege-on, namentlich in der ersten Lebensperiode der Pflanze gleich-s thätig ist. Auf welche Weise und in welcher Form der Klee und andere ttfrüchte die in der Atmosphäre verbreitete Stickstoffnahrung sich aneignen, als reinen Stickstoff oder in der Form von Ammoniak, ob direkt mittelst Blätter oder durch die Wurzel, nachdem der Boden zuerst die in der nosphäre enthaltenen Gase absorbirt hat, die Lösung dieser Fragen kann s hier nicht beschäftigen, da dieselbe freilich in physiologischer Hinsicht ein hes Interesse gewähren, in landwirthschaftlich praktischer Hinsicht aber m irgend einen Vortheil bringen würde. Ich will nur daran erinnern, Ville in seinen der neueren Zeit angehörenden Versuchen eine direkte imilation des atmosphärischen freien Stickstoffes durch alle Pflanzen, selbst h durch die Halmfrüchte (im Widerspruch mit Boussingault's Beob-tungen) nachgewiesen zu haben glaubt. Wenn eine derartige direkte Bin-ng des Stickstoffgases wirklich stattfindet, so kann dieselbe doch nur eine inge landwirthschaftliche Bedeutung haben, der Werth und die thwendigkeit einer direkten Zufuhr von chemisch gebundenem Stickstoff zu n in Kultur befindlichen Acker wird dadurch nicht im Geringsten vermindert.

Im Vorhergehenden haben wir fast ausschließlich ganze Gruppen der lturpflanzen in ihrem Verhalten zu den pflanzenernährenden Bestandtheilen s Bodens betrachtet; wir werden jetzt noch die Erscheinung zu erklären ver-hen, weshalb auch die verschiedenen Arten einer und der-lben Pflanzenfamilie den Boden in einem abweichenden rade erschöpfen. Man nimmt gewöhnlich an, daß von den Halm-ichten der Weizen den Boden am meisten angreift, daß dann die Gerste, rauf der Roggen folgt, während der Hafer selbst auf einem ziemlich er-öpften Boden noch lohnende Erträge gewährt. Von den Hülsenfrüchten rlangen die Bohnen die größte Kraft im Boden, weniger die Erbsen und ch genügsamer sind die Wicken. Um nun die Ursachen dieses abweichenden erhaltens der Pflanzen einer und derselben Gruppe, soweit es überhaupt r jetzt möglich ist, aufzufinden, müssen wir noch die folgenden Punkte und erhältnisse in nähere Betrachtung ziehen:

1. Die Menge des von den verschiedenen Pflanzen während der ganzen Dauer ihrer Vegetation aus dem Boden aufgenommenen und von ihrer Oberfläche wieder verdunsteten Wassers.

2. Die Entwicklung der einzelnen Pflanzentheile und die Aufnahme der Nahrungsstoffe in den verschiedenen Perioden der Vegetation.

3. Die Menge und chemische Zusammensetzung der Ernten.

4. Die Beschaffenheit und Menge der Ernterückstände.

5. Die mehr oder weniger vollständige Bedeckung und Beschattung des Bodens durch die Kulturpflanzen.

6. Die Ergebnisse direkter Feldversuche über die bodenerschöpfende Kraft einzelner Kulturpflanzen.

Direkte Versuche zur Bestimmung der erschöpfenden Kraft der verschiedenen Kulturpflanzen sind in früherer Zeit, namentlich von Block, später auch von Hlubeck und von Ockel ausgeführt worden. Ich bezweifele nicht die Genauigkeit der Durchführung dieser Versuche; gleichwohl kann ich die Ergebnisse nicht als hinreichend sichere Grundlagen betrachten, um dieselben hier bei wissenschaftlichen Erörterungen zu benutzen. Die Schwierigkeit der Durchführung solcher Versuche ist einleuchtend, die letzteren können nur dann brauchbare Resultate liefern, wenn alle auf das Wachsthum der Pflanzen störend oder förderndeinwirkenden äußeren Verhältnisse genügende Beachtung finden, wenn man die Beschaffenheit des Bodens, der Düngmittel, der Ernten, selbst des Samens chemisch und physikalisch genau erforscht und außerdem den Gang der Witterung und die Art des Klima's genau beobachtet, auch die angewandten Kulturmethoden sorgfältig beschreibt.

Wenn der Erfahrung zufolge der Roggen den Boden weniger erschöpft als der Weizen und die Gerste, die Erbsen etwas weniger als die Feldbohnen, so kann man die Ursache dieser Erscheinung in dem geringeren Gehalte der betreffenden Ernten an Stickstoff und Phosphorsäure finden (vgl. oben mitgetheilte Ernte-Tabelle), obgleich diese Unterschiede in der That nicht sehr beträchtlich sind. Wenn aber der Hafer weit weniger Ansprüche an den Boden macht als die Gerste, die Wicke im Allgemeinen weniger als die Erbse und gleichwohl die genannten in landwirthschaftlicher Hinsicht wichtigsten Bodenbestandtheile in gleicher Quantität in der Ernte gebunden erscheinen, so müssen offenbar andere Momente vorhanden sein, welche bei der Bestimmung der bodenerschöpfenden Kraft der verschiedenen Pflanzen maßgebend sind.

Es liegt die Vermuthung nahe, daß die Menge des von der Pflanze aus dem Boden aufgenommenen und in die Atmosphäre verdunsteten Wassers in einer gewissen Beziehung stehe

eils zu dem Grade der Vegetationskraft, zu dem mehr oder weniger leb-
ften Wachsthum überhaupt, theils auch zu der Menge der während der
egetation gebundenen organischen und mineralischen Substanz, in der Weise,
ß die Höhe der Wasserverdunstung vielleicht den Maßstab abgibt für das
ermögen der Pflanze, im höheren oder geringeren Grade den Boden zu er-
höpfen oder ihre Nahrung vorzugsweise der Atmosphäre zu entziehen. Es
id von Lawes und Gilbert hinsichtlich der Menge des von der Ober-
che einzelner Pflanzen verdunsteten Wassers Beobachtungen angestellt wor-
n, welche ungeachtet ihrer Unvollkommenheit doch einige bemerkenswerthe
esultate geliefert haben. Es wurden einige Körner von Weizen, Gerste,
ohnen und Erbsen in einen Kasten mit Erde gesäet; nachdem die jungen
flänzchen eine Höhe von etwa 3 Zoll erreicht hatten, versetzte man dieselben
die passend vorgerichteten Versuchsgefäße; die Kleepflanze brachte man
rekt vom Felde in das betreffende mit Erde angefüllte Gefäß. Der Klee
ar bereits im Jahre zuvor gesäet, hatte also schon ziemlich kräftige Pflanzen
bildet. Die Versuche begannen am 19. März und endigten mit der Reife
r Pflanze bei der Erbse am 11. August, bei der Bohne, dem Weizen und
r Gerste am 7. September; der Klee wurde schon am 28. Juni geschnitten,
s derselbe in voller Blüthe stand.

Absolute Menge des verdunsteten Wassers.

	9 Tage.	31 Tage.	27 Tage.	34 Tage.	30 Tage.	14 Tage.	27 Tage.	Totalmenge.
	Vom 19. bis zum 28. März.	28. März bis 28. April.	28. April bis 25. Mai.	25. Mai bis 28. Juni.	28. Juni bis 28. Juli.	28. Juli bis 11. August.	11. August bis 7. Sept.	
	Grm. *)	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
Weizen	129	1268	4385	40030	46060	15420	6235	113527
Gerste	129	1867	12029	37480	45060	17046	6414	120025
Bohnen	88	1854	4846	30110	58950	12626	3657	112231
Erbsen	101	1332	2873	36715	62780	5281	—	109082
Klee	400	1645	2948	50100	—	—	—	55093

Täglicher durchschnittlicher Verlust an Wasser.

Weizen	14,3	40,9	162,4	1177,4	1535,3	1101,4	230,9	652,5
Gerste	14,3	60,2	445,5	1102,3	1502,0	1217,6	237,5	689,7
Bohnen	9,7	59,8	179,5	885,6	1965,0	901,8	135,4	644,3
Erbsen	11,2	42,9	106,4	1079,8	2092,7	377,2	—	742,1
Klee	44,4	53,0	109,2	1473,5	—	—	—	534,9

*) In der Originalabhandlung sind sämmtliche Gewichte in Grains angegeben; ich ersetze diese Be-
eichnung hier durch den Ausdruck Gramm, ohne jedoch die Zahlen selbst zu verändern.

Wie zu erwarten war, hat die Menge des täglich verdunsteten Wassers mit der Zunahme der Wärme in der heißeren Jahreszeit und besonders mit der allmäligen Vergrößerung der Masse und der Oberfläche der wachsenden Pflanzen bis zu einem bestimmten Zeitpunkte stets zugenommen und nur gegen Ende des Versuches ist eine schnelle und beträchtliche Verminderung der Wasserverdunstung eingetreten. Es ist wahrscheinlich, daß von dem Zeitpunkte an, wo eine deutliche Abnahme der durch die Pflanze hindurchgehenden Wassermenge eintritt, auch die Assimilationsprozesse weniger thätig werden, wenn nämlich die Reife oder die Verarbeitung der schon früher gebundenen einfacheren Nahrungsstoffe beginnt, und daß die Zeit, wo die lebhafteste Säftebewegung durch den höchsten Grad der Wasserverdunstung angedeutet wird, auch die Periode ist, in welcher die Pflanze die größte Gewichtszunahme erleidet. Wir betrachten hier noch die Menge der producirten Trockensubstanz und deren Verhältniß zu der Quantität des verdunsteten Wassers.

	Menge der Trockensubstanz.		Menge der Körner auf 100 Th. Stroh.	Menge der Trockensubstanz auf 100,000 Grm. Wasser berechnet.		Menge des Wassers für jedes Gramm der fixirten	
	Organische Substanz. Grm.	Mineral. Substanz. Grm.		Organische Substanz. Grm.	Mineral. Substanz. Grm.	organ. Substanz. Grm.	mineral. Substanz. Grm.
Weizen	422,4	36,5	47,84	372,0	32,1	268,8	3111,2
Gerste	419,6	45,9	68,16	349,6	38,3	286,0	2613,8
Bohnen	488,5	49,0	110,86	435,2	43,7	229,7	2289,5
Erbsen	377,8	43,2	104,07	346,4	39,6	288,7	2527,3
Klee	175,5	29,2	—	318,5	53,1	314,0	1884,2

Man sieht aus diesen Versuchsergebnissen, daß die Menge der Trockensubstanz (organische und mineralische), welche producirt worden ist, während 100,000 Grm. Wasser von der Oberfläche der Pflanze verdunsteten, bei dem Weizen, der Gerste, der Erbse und dem Klee zwischen 371 und 404 Grm. beträgt; wenn man den Klee ausschließt, so differirt die Menge der Trockensubstanz nur von 386 bis 404, eine Uebereinstimmung, welche andeutet, daß zwischen dem Durchgange des Wassers durch die Pflanze und der Assimilation gewisser Nahrungsstoffe eine bestimmte Beziehung vorhanden ist. Die Bohnenpflanze scheint in dieser Hinsicht eine Ausnahme zu bilden, da die Menge der producirten Trockensubstanz in diesem Falle 479 Grm. beträgt oder fast 1/4 mehr als im Mittel bei den anderen Pflanzen. Wenn wir jedoch bedenken, wie viel größer die Menge der stickstoffhaltigen Verbindungen in der Bohnenpflanze ist, als in den anderen Gewächsen, so sehen wir, daß die Abweichung in der Menge der Trockensubstanz, welche im Verhältniß zu einer gewissen Quantität des verdunsteten Wassers producirt worden ist, wenigstens zusammenfällt mit einer Abweichung in der Zusammensetzung des betreffenden Produktes; die vorliegenden Beobachtungen möchten daher die Vermuthung

:chtfertigen, daß die Verdunstung des Wassers zu den nichtstickstoff-
altigen Bestandtheilen der Pflanze in einer näheren quantitativen Be-
ehung steht als zu den stickstoffhaltigen Verbindungen. Weitere Ver-
uche müssen diese Beziehungen noch deutlicher machen. In Betreff der in
:r Pflanze gebundenen Mineralstoffe ist es bemerkenswerth, daß die wässe-
ge Lösung derselben, welche aus dem Boden in die Pflanze übergeht, bei
:m Klee bedeutend concentrirter ist, als bei der Bohne und der Erbse;
s scheint sich daraus zu ergeben, daß der Klee eine stärkere Düngung mit
ichtlöslichen Mineralstoffen sowohl verträgt als auch verlangt; ein Boden
ınn daher in Betreff des Klees schon ziemlich erschöpft erscheinen, dagegen bei
:m Anbau der Bohnen und Erbsen noch lohnende Erträge gewähren, voraus-
:setzt, daß die Stickstoffnahrung für die zuletzt erwähnten Pflanzen im Boden
ɩenso entbehrlich ist, als bei der Kultur der kleeartigen Gewächse. In
leicher Weise verlangt die Gerste zu ihrem üppigen Gedeihen im Verhältniß
t der Menge des aus dem Boden aufgenommenen Wassers die Gegenwart
ner größeren Quantität löslicher Mineralstoffe als der Weizen.

Bestimmtere Aufschlüsse über das Verhalten einzelner Pflanzen zu den
ı Boden oder in der Atmosphäre enthaltenen Nahrungsstoffen versprechen
ıs die Beobachtungen über die Entwicklung der verschiedenen
heile oder Organe der Pflanzen in den verschiedenen Pe-
ioden der Vegetation, und zwar namentlich dann, wenn diese Beob-
htungen mit den nöthigen chemischen Analysen in Verbindung gesetzt sind.
ch habe in der angedeuteten Richtung einige vorläufige Wägungen vorge-
ommen, welche das absolute durchschnittliche Gewicht der einzelnen Pflanzen-
eile im frischen und im trocknen Zustande betreffen; es wird hier für unseren
weck genügen, die Trockengewichte mitzutheilen. Es ist zu beachten, daß die
erste, der Hafer und die Wicke sehr kräftig entwickelt waren, der Sommer-
ibsen dagegen, wegen zu dichter Saat und nicht ganz zusagender Boden-
:schaffenheit, nur einen geringen Grad der Ausbildung erreicht hatte.

1. Trockengewicht der einzelnen Theile einer Gerstenpflanze.

	Blätter. Grm.	Halme. Grm.	Aehren. Grm.	Wurzeln. Grm.	Ganze Pflanze. Grm.
Am 6. Juni	0,0215	—	—	0,0125	0,0340
„ 14. „	0,0577	0,0147	—	0,0165	0,0889
„ 24. „	0,1656	0,0454	—	0,0498	0,2608
„ 8. Juli	0,5213	0,5000	—	0,1453	1,1666
„ 23. „	0,4541	1,1557	0,1000	0,1279	1,8377
„ 30. „	0,5077	1,1846	0,2923	0,1642	2,1488
„ 10. August	0,5865	1,2500	0,8231	0,1635	2,8231
„ 23. „	0,5375	1,1875	1,4440	0,1975	3,3665

2. Trockengewicht der einzelnen Theile einer Haferpflanze.

	Blätter. Grm.	Halme. Grm.	Rispen. Grm.	Wurzeln. Grm.	Ganze Pflanze. Grm.
Am 14. Juni	0,0130	—	—	0,0138	0,0268
„ 24. „	0,0594	0,0129	—	0,0240	0,0963
„ 8. Juli	0,3253	0,2136	—	0,0975	0,6364
„ 24. „	0,5000	0,8421	—	0,2457	1,5878
„ 5. August	0,7755	1,8061	0,1949	0,2755	3,0520
„ 17. „	0,9857	2,8143	0,6286	0,2714	4,7000
„ 26. „	0,9800	2,4800	1,4800	0,3604	5,3040
„ 11. Sept.	0,9292	2,4375	2,8083	0,3958	6,5708

3. Trockengewicht der einzelnen Theile einer Wickenpflanze.

	Blätter. Grm.	Stengel. Grm.	Schoten. Grm.	Wurzeln. Grm.	Ganze Pflanze. Grm.
Am 6. Juni	0,0174	0,0105	—	0,0266	0,0545
„ 14. „	0,0483	0,0214	—	0,0300	0,0997
„ 24. „	0,1241	0,0548	—	0,0391	0,2180
„ 8. Juli	0,5149	0,3255	—	0,0472	0,8876
„ 23. „	0,6467	0,5950	0,0083	0,0483	1,2983
„ 30. „	0,9231	1,0256	0,0872	0,0693	2,1052
„ 9. August	1,1304	1,6087	0,3696	0,0652	3,1739
„ 26. „	1,0833	1,7500	1,1334	0,0778	4,0445

4. Trockengewicht der einzelnen Theile einer Sommerrübsenpflanze.

	Blätter.	Stengel.	Schoten.	Wurzeln.	Ganze Pflanze.
Am 7. Juni	0,0085	—	—	0,0011	0,0096
„ 14. „	0,0314	0,0079	—	0,0032	0,0425
„ 24. „	0,0710	0,0678	0,0194	0,0174	0,1756
„ 6. Juli	0,0343	0,1177	0,0694	0,0173	0,2387
„ 14. „	0,0525	0,1853	0,1888	0,0301	0,4567
„ 22. „	0,0296	0,2250	0,3663	0,0382	0,6586
„ 29. „	0,0182	0,2452	0,4279	0,0354	0,7267
„ 1. August	0,0087	0,2609	0,4326	0,0366	0,7388

Tägliche Gewichtszunahme.

Woche der Vegetation.	1. Hafer. Absolute Zunahme. Grm.		In Prc. der reifen Pflanze. Prc.	Woche der Vegetation.	2. Gerste. Absolute Zunahme. Grm.		In Prc. der reifen Pflanze. Prc.
3. 4.	0,0070	=	0,11	3.	0,0074	=	0,22
4. 5. 6.	0,0385	=	0,59	4. 5.	0,0172	=	0,51
6. 7. 8.	0,0595	=	0,91	5. 6. 7.	0,0647	=	1,92
8. 9. 10.	0,1220	=	1,86	7. 8. 9.	0,0380	=	1,13
10. 11.	0,1374	=	2,09	9. 10.	0,0343	=	1,02
12. 13.	0,0671	=	1,02	10. 11.	0,0563	=	1,67
13. 14. 15.	0,0792	=	1,21	12. 13.	0,0450	=	1,35

Tägliche Gewichtszunahme.

3. Wicke. Woche der Vegetation.	Absolute Zunahme. Grm.		In Prc. der reifen Pflanze. Prc.	4. Rübsen. Woche der Vegetation.	Absolute Zunahme. Grm.		In Prc. der reifen Pflanze. Prc.
3.	0,0057	=	0,14	3.	0,0047	=	0,63
4. 5.	0,0118	=	0,29	4. 5.	0,0133	=	1,80
5. 6. 7.	0,0478	=	1,18	5. 6.	0,0053	=	0,72
7. 8. 9.	0,0274	=	0,68	7. 8.	0,0273	=	3,57
9. 10.	0,1153	=	2,85	8. 9.	0,0250	=	3,26
10. 11.	0,0972	=	2,15	9. 10.	0,0097	=	1,31
12. 13. 14.	0,0512	=	1,26	10.	0,0040	=	0,54

Das Trockengewicht einer Pflanze betrug:

	1. Hafer.	2. Gerste.	3. Wicke.	4. Rübsen.
r Zeit der Blüthe	4,7000 Grm.	2,1488 Grm.	2,1052 Grm.	0,2387 Grm.
„ „ Reife	6,5708 „	3,3635 „	4,0445 „	0,7388 „
Unterschied	1,8708 Grm.	1,2147 Grm.	1,9393 Grm.	0,5001 Grm.
	= 28,5 Prc.	= 36,1 Prc.	= 47,9 Prc.	= 67,7 Prc.

Alle Pflanzen nehmen von der Blüthe bis zur Reife noch sehr bedeutend Gewicht zu; schon aus diesem Grunde, weil nämlich fortwährend vegetabi- he Masse producirt wird, muß die Pflanze, welche bis zur Reife auf dem Acker ibt, den Boden mehr erschöpfen, als wenn sie zur Zeit der Blüthe oder on vor derselben geschnitten wird. Diese allbekannte Erscheinung wird in er Ursache noch deutlicher, wenn man bedenkt, daß die beträchtliche Ge- chtszunahme von der Blüthe bis zur Reife, bei den Getreidearten aus- ließlich, bei allen Pflanzen aber durchaus zum größten Theile die Samen- ner und deren Hüllen betrifft. In den Samenkörnern sind gerade die hrhaftesten Stoffe angehäuft, welche zum Theil freilich schon zur Zeit : Blüthe fertig gebildet und in den übrigen Theilen der Pflanze ver- itet waren, nun aber bei der Ausbildung der Frucht in der letzteren) ansammeln; ein großer Theil aber muß in dieser Periode der Vege- ion erst neugebildet werden, wozu der Boden fast ausschließlich das aterial zu liefern genöthigt ist, da nach vollendeter Blüthe die Blätter ent- der schon ganz abgestorben sind oder wegen ihrer nun hart und dicht gewor- ten Substanz nur eine geringe Menge von Pflanzennahrungsstoffen der igebenden Atmosphäre zu entziehen im Stande sind; auch ist vor der Blüthe s Verhältniß zwischen der Ueberstoppel und den Ernterückständen zu Gun- n der letzteren ungleich bedeutender als später und die Ernterückstände sind it reicher an vorzugsweise nährenden und düngenden Stoffen, als zu der it, wenn die Pflanze ihre völlige Reife erlangt hat. Wenn man die ein- nen Pflanzengattungen einer gesonderten Betrachtung unterwirft, so erkennt m die Ursache ihrer Fähigkeit, den Boden mehr oder weniger zu erschöpfen,

theils in der chemischen Beschaffenheit, in der Form und in der Aus
nung ihrer Blätter und Wurzeln, theils in Eigenthümlichkeiten, welche
Verlauf der Vegetation bei der betreffenden Pflanze charakterisiren.
Blätter der Halmfrüchte sind nicht sehr zahlreich und nicht von gro
Umfange und sehr bald erlangen sie eine harte rauhe Beschaffenheit, sie ver-
lieren an Saftigkeit und Lebensthätigkeit, so daß deren Wechselwirkung
der Atmosphäre oft schon aufhört, ehe die Blüthen vollständig sich entfal
die Pflanze ist also in einer verhältnißmäßig sehr frühen Periode ausschließ-
lich an die Bodennahrung angewiesen, auf welches Verhalten auch schon
Beschaffenheit der Wurzeln hinzudeuten scheint; diese sind nämlich vorzugs-
weise geeignet, die Nahrungsstoffe aus dem Boden auszuziehen und
oberen Theilen der Pflanze zuzuführen, sie bilden ein vielfach verzweigtes
von feinen Fasern, namentlich in der eigentlichen an assimilirbaren St
reichen Ackerkrume, während nicht selten auch eine größere oder geringere An-
zahl der Wurzeln tief in den Untergrund hinabsteigt, je nachdem die phys-
ische und chemische Beschaffenheit des Bodens es gestattet oder durch
Austrocknen der oberen Bodenschichten solches nöthig wird. Der Hafer
gedeiht erfahrungsmäßig auf einem ärmeren und schon mehr ersch
Boden als die Gerste, welche Erscheinung vorzugsweise in dem stä
und mehr verzweigten Wurzelbau des Hafers ihren Grund hat, denn
wird diese Pflanze befähigt, die ihr nöthige Nahrung in einem weiteren
kreise und in größerer Tiefe zu sammeln, als dies bei der Gerste der Fall
sein scheint. Der Hafer treibt nach John's Beobachtungen beim
Internodium stets und bisweilen auch beim zweiten eine Menge Adven
wurzeln und bildet eine Art von kriechenden Stolonen, welche oft eine
beträchtliche Länge erreichen. Eine andere Eigenthümlichkeit der Haferpflanze
besteht darin, daß unter denselben äußeren Verhältnissen die Blätter länger
ihre Vegetationsthätigkeit behalten als die Blätter der Gerstenpflanze,
also auch eine größere Menge von Nahrungsstoffen aus der umgebenden
Atmosphäre entnehmen und der Pflanze zuführen; je mehr aber die Atmo-
sphäre der Pflanze an Nahrungsstoff liefert, desto weniger braucht diese
dem Erdboden zu entziehen.

Die Rübsenpflanze gehört zu denjenigen Gewächsen, welche den
Boden stark angreifen, einen sehr gut bestellten und gelockerten Acker und eine
reichliche, schnell wirkende Düngung verlangen. Die ganze Organisation der
Rübenpflanze steht mit diesem Verhalten im Einklange. Die Blätter haben
nur in der ersten Jugend der Pflanze die Fähigkeit, aus der Atmosphäre
Nahrungsstoffe aufzunehmen, sie sind gewöhnlich schon vollständig vertrocknet
und abgefallen, noch ehe die Pflanze die Hälfte des Gewichtes erreicht hat

ches sie bei der Reife zeigt; bei weitem der größte Theil der vegetabilischen
sse muß auf Kosten der Bodennahrung gebildet werden. Hierzu kommt
h, daß die im Boden enthaltene schon auflösliche Nahrung nicht vollstän-
zur Thätigkeit gelangt, nicht mit ihrer ganzen Kraft zur Entwickelung
Pflanze verwendet werden kann, weil die eigenthümliche Form der
rzel solches nicht gestattet. Die Rübsenpflanze treibt nämlich eine dicke
schige Pfahlwurzel senkrecht in den Boden, welche mit einer verhältniß-
ßig nur geringen Menge feiner Saugwurzeln versehen ist; die letzteren
d meistens nur kurz und haben daher nicht die Fähigkeit, die ganze vorhan-
ne Bodenkraft zu sammeln und der Pflanze zuzuführen; um so mehr ist es
hwendig, eine reichliche Düngung und schnell wirkende Mittel anzuwenden,
nn man bei der Kultur des Rübsens oder Rapses eine gute Ernte zu erzie-
wünscht, so Schafmist, Guano, Rapsmehl ꝛc. Da aber die ganze Acker-
me gleichmäßig gedüngt wird und die Wurzel des Rübsens nicht sämmt-
e bereits auflösliche Nahrung aufzunehmen vermag, so ist es natürlich,
ß ein großer Theil der letzteren unbenutzt in die Atmosphäre sich verflüch-
en oder in dem Regenwasser aufgelöst in den Untergrund versinken oder
ganz von dem Felde fortgeführt werden muß. Es wird also bei dem
bau der Oelsaat der Boden nicht allein durch direktes Aussaugen erschöpft,
il er den größten Theil der zur völligen Ausbildung der Pflanze nöthigen
hrungsstoffe liefern muß, sondern auch indirekt ärmer an Düngkraft, in-
n dieselbe theilweise verfliegt oder durch Wasser ausgewaschen wird.
ß der Raps und Rübsen ausgezeichnete Vorfrüchte sind für Weizen, unge-
tet sie den Boden direkt und indirekt stark angreifen und in ihren Rückstän-
kaum einen kleinen Ersatz dafür gewähren, steht mit dem angedeuteten
rhalten keineswegs im Widerspruch; denn es ist sehr natürlich, daß von
reichlichen Düngung auch noch im zweiten Jahre ein nicht unbeträchtlicher
eil übrig sein muß, welcher um so mehr der nachfolgenden Winterhalm-
cht zugänglich wird, da zwischen deren Saat und der Raps- oder Rübsen-
te gewöhnlich ein bedeutender Zeitraum liegt; außerdem ist es denkbar und
hrscheinlich, daß nun auch der physikalische Zustand des Bodens für das
chsthum des Weizens besonders günstig sich gestaltet hat.

Die Wickenpflanze hat im hohen Grade die Fähigkeit, die zur Bil-
ng ihrer organischen Substanz erforderlichen Nahrungsstoffe der umgeben-
Atmosphäre zu entziehen, wenn nur die Mineralstoffe in löslicher Form
in reichlicher Menge zugegen sind. Jedoch wird auch die Wickenpflanze
Bodennahrung in Anspruch zu nehmen genöthigt sein, wenn sie nach der
the zur Bildung einer großen und schweren Samenmasse das hierzu nöthige
terial nicht mehr ausschließlich der Luft entziehen kann, da zu dieser Zeit

schon viele Blätter abgestorben sind, andere eine dichte Beschaffenheit angenommen haben und nur wenige neugebildet werden und somit in ungeschwächter Lebensthätigkeit wirken; indessen scheinen die Blätter der Wicke längere Zeit hindurch mit der atmosphärischen Luft im Wechselverkehr zu bleiben, als die Blätter der Erbse und daher die erstere Pflanze in der Periode zwischen Blüthe und Reife die Stickstoffnahrung des Bodens weniger zu erschöpfen als die letztere, obgleich sie in dieser Hinsicht noch lange nicht auf gleicher Stufe mit dem Klee sich befindet. Die Wickenpflanze bezeigt sich aber gleichwohl gegen eine frische Düngung sehr dankbar, weil die Beschaffenheit der Wurzel sie nicht befähigt, die Bodennahrung in einem weiteren Umkreise zu sammeln; die Wurzel ist nämlich nur sehr wenig verzweigt; sie ist freilich mit zahlreichen Seitenwürzelchen versehen, welche aber nur kurz sind, so daß ähnlich wie bei dem Rübsen nicht das ganze Erdreich von denselben durchdrungen wird und also auch nicht zur Ernährung der Pflanze beitragen kann. In dieser Hinsicht unterscheidet sich die Wickenpflanze z. B. sehr wesentlich von der Kleepflanze, während sie in den oberen Organen der letzteren sich ähnlich verhält; der Klee hat vermöge seiner starken und sehr verzweigten Wurzelmasse die Fähigkeit, die Bodennahrung in der Tiefe und in der Breite zu sammeln und in sich zu concentriren; dessenungeachtet erschöpft er den Boden nicht so stark wie die Wicke, sondern bereichert denselben sogar, weil er in der großen Menge seiner Rückstände einen reichlichen Ersatz für die aufgenommenen Stoffe dem Boden zurückgibt, während bei der Wickenpflanze zur Zeit der Blüthe und schon vor derselben das Verhältniß der Ernterückstände zur Ueberstoppel für die ersteren ein ungünstiges ist.

Die im Vorhergehenden angestellten Betrachtungen beweisen, daß die Untersuchungen über die Gewichtszunahme der einzelnen Organe bei dem Wachsthum der Pflanzen für die Theorie der Bodenerschöpfung und der Fruchtfolge manche wichtige Anhaltspunkte gewähren und daher sorgfältiger und im größeren Umfange wiederholt zu werden verdienen. Vielleicht würden auch mikroskopische Analysen der verschiedenen Theile unserer Kulturpflanzen zu weiteren Aufschlüssen führen. Wir werfen noch schließlich einen Blick auf die Ernterückstände, um aus der Menge und Beschaffenheit derselben einen werthvollen Beitrag zur Lösung der hier gestellten Frage über die bodenerschöpfende Kraft verschiedener Gewächse zu entnehmen. Boussingault hat im Jahr 1839, welches im Allgemeinen schlechte Ernten lieferte und also auch die Menge der Ernterückstände zu niedrig erscheinen lassen mußte, einige Beobachtungen und Untersuchungen angestellt, deren Resultate ich mittheile:

Art der Ernten.	Ertrag pr. Hectar. Kil.	Ertrag bei 100° getrocknet. Kil.	Art der Ernterückstände.	Rückstände pr. Hectar. Kil.	Rückstände bei 100°. Kil.	In den Rückständen. Stickst. Kil.	Asche. Kil.
rtoffeln	12400	2988	Kartoffelkraut . .	2870	687	15,8	122,3
nkelrüben	14921	1820	Runkelrübenblätter	10472	1167	52,5	250,9
izen	2344	2004	Stoppel	1400	1036	4,2	72,6
eheu	2500	1975	Wurzeln, lufttrocken	2000	1547	27,9	194,9
fer	2031	1608	Stoppel . . .	912	650	2,6	33,1

Ich übergehe die Folgerungen, welche Boussingault aus diesen hlenverhältnissen zieht, theils weil die Ernteergebnisse in dem betreffenden hre sehr niedrig waren, theils aber und besonders, weil jene Folgerungen rauf basirt sind, daß die sehr stickstoffhaltigen und daher auch sehr dünnäftigen Blätter der Runkelrüben auf dem Felde verbleiben und untergeackert erden; in Nord- und Mitteldeutschland werden diese Blätter fast überall rfüttert und können daher nicht den Ernterückständen beigezählt werden. ur auf einen Punkt mache ich mit Boussingault aufmerksam. Die rtheilhafte Wirkung des Klee's auf die nachfolgenden Getreideernten ist ößer als man erwarten darf, wenn man nur auf die Menge der im Boden bliebenen Ueberreste Rücksicht nimmt, und steht in dieser Beziehung nicht im erhältniß mit der durch die Hackfrüchte hervorgebrachten (wenn die Blätter r Rüben untergeackert werden). Diese sichtbare und augenscheinliche Wirng der Rückstände auf die unmittelbar darauf folgenden Ernten ist nicht nzig und allein von ihrer Masse abhängig, selbst wenn man ihre Güte als eich voraussetzt; diesen ausgezeichneten Erfolg muß man vorzugsweise der inwirkung der Kulturen, welche jene Reste zurückgelassen haben, auf den oden zuschreiben. Wenn die Kulturen sehr erschöpfend waren, so begreift an, daß ihre untergegrabenen Ueberreste, wie beträchtlich ihre Masse auch sein ag, sich darauf beschränken werden, die Erschöpfung auszugleichen oder sie eniger fühlbar zu machen; in einem solchen Falle könnte die nützliche Wirng der Rückstände, obgleich vorhanden, wenn man sie nach dem Ertrage der ächsten Ernte beurtheilen wollte, ganz übersehen werden. Wenn dagegen e Kultur nur wenig erschöpfend war, entweder der Geringfügigkeit der genteten organischen Substanz wegen oder weil sie den größten Theil ihrer lementarstoffe aus der Luft aufnahm, so wird der Nutzen der Rückstände nmer sehr wahrnehmbar sein.

In neuerer Zeit (1849) hat John in Eldena bei einigen Kulturpflanzen hnliche Bestimmungen vorgenommen, deren Ergebnisse man in der folgenden abelle übersichtlich zusammengestellt findet:

Art der Pflanze.	Vegetationsperiode.	Tiefe der Ausgrabung. Millimeter.	Menge der Rückstände Ueberstoppel = 100. Stoppel.	Wurzel.	pro Hectar in Kil. Stoppel.	Wurzel.	Form der Wurzeln Trockne Substanz = 100. grobe	feine
			Prc.	Prc.	Kil.	Kil.	Prc.	Prc.
Weizen . . .	Schossen beginnt	0—150	45,6	26,2	1644	946	38,6	[illegible]
Roggen . . .	Schossen beginnt	0—150	36,0	51,4	1036	1481	24,0	[illegible]
„ . . .	abgeblüht	0—150	19,8	21,0	1100	1106	37,8	[illegible]
Gerste . . .	abgeblüht	0—100	23,3	22,0	854	804	36,5	[illegible]
Hafer . . .	abgeblüht	0—100	32,6	37,8	980	1095	34,1	[illegible]
„ . . .	gelbreif	0—130	14,5	20,0	700	958	32,0	[illegible]
„ . . .	„	130—260	—	3,7	—	180	—	—
Winterrübsen .	grüngelb	0—165	15,9	13,9	755	697	69,0	[illegible]
„	erntereif	165—270	—	0,9	—	46	—	—
Klee . . .	vollblühend	0— 80	23,1	88,4	907	3470	70	[illegible]
„	„	80—170	—	8,6	—	338	—	—
„	„	170—280	—	5,0	—	196	—	—
„	„	280—360	—	2,0	—	78	—	—
Kleegras, Lol. per. . . .	abgeblüht	0— 80	30,5	49,0	219	567	33	[illegible]
Kleegras, Phleum prat.	abgeblüht	0— 80	63,6		270			
Wickhafer . .	blühend	0—175	21,2	32,7	844	1299	22,6	[illegible]

Die Stickstoffbestimmungen ergaben:

		pr. Hectar.
Hafer, 1. Tiefe, grobe Wurzeln	0,722 Prc.	6,9 Kil.
Klee, 1. Tiefe, „ „	2,02 „	49,0 „
„ „ „ feine Wurzeln	1,41 „	18,5 „
„ 2. Tiefe „ „	1,85 „	6,3 „
„ 3. Tiefe „ „	1,98 „	3,9 „
„ 4. Tiefe „ „	2,11 „	1,6 „

Die Mengen der Ernterückstände der 4 Halmfrüchte weichen nicht bedeutend von einander ab; bemerkenswerth ist aber, daß das Gewicht und die Feinheit der Wurzeln bei dem Roggen bedeutend größer ist als bei dem Weizen und ebenso bei dem Hafer größer als bei der Gerste; in wiefern die Menge und namentlich die Form der Wurzeln mit der Fähigkeit der Pflanzen, den Boden mehr oder weniger zu erschöpfen und besonders auf einem schon ziemlich erschöpften Acker noch gute Ernten zu liefern, in Verbindung steht, wurde schon oben angedeutet.

Von den untersuchten Kulturpflanzen leistet der Klee in seinen Rückständen den größten Ersatz, denn er läßt dem Boden allein in der Ackerkrume und in der obersten Schicht des Untergrundes:

a. in absoluter Menge pro Hectar:

	3808 Kil.	Trockensubstanz
dagegen der Hafer nur . .	1138 „	„
„ „ Rübsen „ . .	743 „	„

b. in relativer Menge zum Trockengewicht der Ernte:

der Klee	97	Prc. der trockenen Ueberstoppel.
der Hafer . . .	23,7	„ „ „ „
der Rübsen . . .	14,8	„ „ „ „

Die Stoppelmengen zeigen bei den einzelnen Kulturgewächsen geringere terschiede; diese sind aber von der Art, daß sie das Uebergewicht der Klee-ſtände gegenüber denen der Halmfrüchte und des Rübsens noch ver-ſren.

c. In der Qualität und zwar im Stickstoffgehalte übertreffen nfalls die Kleerückstände die des Hafers bedeutend, denn die Stoppeln und trzeln der ersten zwei Tiefen enthalten:

beim Klee	1,8 Prc. d. i. pro Hectar	90,5 Kil. Stickstoff
beim Hafer	0,6 „ „ „ „	11,0 „ „

John berechnet, daß die Rückstände des Klee's pro Hectar gleich 000 bis 26000 Kil. Mist (mit 20 Prc. Trockensubstanz und 0,4 Prc. ickstoffgehalt), also gleich einer guten halben Düngung zu setzen sind. e Rückstände des Hafers dagegen entsprechen nur einer Düngerquantität n 2400 Kil.

Die Frage, aus welcher Ursache alle Kulturpflanzen, namentlich aber Halmfrüchte, allen Erfahrungen zufolge den Boden ganz beson-rs in der Periode zwischen der Blüthe und Reife erschöpfen, it weniger dagegen in der ersten Hälfte ihrer Vegetation, diese Frage ver-nt ebenfalls in diesem Kapitel noch eine nähere Erörterung. Es wird nächst zu untersuchen sein, ob die chemische Analyse der Pflanzen den verschiedenen Perioden ihrer Vegetation uns Auf-lüsse giebt über das angedeutete Verhalten der Kulturgewächse. Derartige nalysen werden selbstverständlich nur dann für die etwaige Lösung der vor-genden Frage zu benutzen sein, wenn dieselben unter gleichzeitiger Berück-htigung der absoluten Ernteerträge ausgeführt worden sind. Stöck-ırdt hat die im J. 1853 bei Tharand unter dem Einfluß verschiedener üngmittel gewachsenen Haferpflanzen auf ihren Stickstoffgehalt geprüft.

	Erträge pr. Hectar, 5. Juli, kurz vor dem Schossen.		25. Juli, Ende der Blüthe.		22. August, Zeit der Reife.	
	Trocken-substanz. Kil.	Stick-stoff. Kil.	Trocken-substanz. Kil.	Stick-stoff. Kil.	Trocken-substanz. Kil.	Stick-stoff. Kil.
ngedüngt	1016	8,3	2013	15,5	2626	15,6
it Knochenmehl gedüngt . .	1043	12,4	3678	22,7	6085	43,8
it Guano und Chilisalpeter gedüngt	2306	43,6	6206	56,3	7454	64,6

Weitere Untersuchungen, namentlich auch unter Berücksichtigung der mineralischen Bestandtheile der Ernten des Hafers und Winterweizens sind von mir in Hohenheim im J. 1855 ausgeführt worden, von denen ich hier nur einige Resultate mittheile.*) Am 15. Juni waren die Haferpflanzen in der Periode der Bestockung, am 5. Juli die Rispen im Hervortreten, am 4. August die Blüthe beendigt und am 27. August war der Hafer reif. Die Erträge beziehen sich auf die Fläche eines Hectar's.

	Brauner Rispenhafer.				Früher weißer Rispenhafer.			
	15. Juni. Kil.	5. Juli. Kil.	4. Aug. Kil.	27. Aug. Kil.	15. Juni. Kil.	5. Juli. Kil.	4. Aug. Kil.	27. Aug. Kil.
Trockensubstanz	952	3353	7831	9317	677	2379	4969	6551
Asche . . .	126	258	474	497	83	251	393	521
Stickstoff . .	25	54	96	118	22	51	75	72
Kieselsäure .	31	71	217	320	20	69	160	336
Phosphorsäure	13,4	22,7	39,9	56,2	8,8	22,1	33,1	58,7
Schwefelsäure .	4,0	14,1	12,3	11,0	2,8	13,9	10,3	11,5
Chlornatrium .	1,5	7,0	10,4	4,0	0,9	6,8	8,6	4,2
Kalkerde und Magnesia .	17,8	37,7	30,7	9,9	11,7	36,6	25,6	10,1
Kali . . .	47,0	104,1	158,7	95,3	30,9	101,2	131,6	99,9
Natron . . .	11,5	1,5	4,8	—	7,7	1,5	3,8	—

Der Winterweizen befand sich am 15. Juni in der Periode des Schossens, am 5. Juli am Ende der Blüthe und am 4. August in der Reife.

	Winterigelweizen.			Talavera-Winterweizen.		
	15. Juni. Kil.	5. Juli. Kil.	4. Aug. Kil.	15. Juni. Kil.	5. Juli. Kil.	4. Aug. Kil.
Trockensubstanz . . .	1987	3730	6248	3525	6081	8918
Asche	186	254	371	304	443	551
Stickstoff	35	57	80	74	91	102
Kieselsäure	79	146	271	130	255	404
Phosphorsäure . . .	16,3	26,9	35,5	26,7	47,2	53,9
Schwefelsäure . . .	6,4	5,7	11,2	10,3	9,9	16,3
Chlornatrium	9,5	1,5	3,3	15,6	3,0	5,0
Kalkerde und Magnesia .	11,7	10,1	7,5	19,2	36,2	11,0
Kali	40,8	59,7	41,9	67,0	104,1	62,6
Natron	21,6	4,0	—	35,3	6,0	—

Aehnliche Untersuchungen sind im J. 1855 auf der landwirthschaftlichen Versuchsstation Möckern von Schenen mit Sommergerste ausgeführt wor-

*) Die vollständige Beschreibung der hier angedeuteten Versuche und Analysen nebst den daraus sich ergebenden Folgerungen findet man in einer vor Kurzem von mir veröffentlichten Broschüre („Die Erschöpfung des Bodens durch die Kultur", Leipzig, bei Otto Wigand, 1856) mitgetheilt.

n. Die Proben für die Analyse wurden aufgenommen am 28. Juni vor
m Schossen der Pflanze, am 17. Juli bei voller Blüthe, am 30. Juli nach
endigter Blüthe, am 8. August, als die Blätter beinahe vertrocknet waren,
ıd am 21. August zur Zeit der völligen Reife. Auf der Fläche eines Hec-
r's erntete man:

	28. Juni. Kil.	17. Juli. Kil.	30. Juli. Kil.	8. Aug. Kil.	21. Aug. Kil.
ockensubstanz	1427	5012	6055	6483	7208
che	171	375	404	443	478
ickstoff	44	86	90	73	93
eselsäure	49	132	178	225	273
osphorsäure	20,8	39,9	39,8	54,1	53,8
hwefelsäure	7,7	13,6	15,8	14,0	13,7
ılkerde	15,3	25,1	21,9	19,6	16,8
agnesia	4,9	10,2	15,4	14,6	8,7
senoxyd	1,0	0,9	1,2	0,8	1,4
hlorkalium	7,7	11,3	12,8	23,8	24,2
ıli	62,0	139,5	116,9	86,1	75,8
atron	2,2	2,7	3,6	5,8	10,5

iesen Analysen zufolge war die Stickstoffzunahme von der Blüthe bis zur
eife der Gerste eine nur sehr geringe, während in den meisten Fällen in
eser Hinsicht ein anderes Verhalten sich zeigt, wie auch die folgenden von
ir in Hohenheim ausgeführten Untersuchungen bestätigen. Die Gerste
urde am 15. Juni zur Zeit des Schossens, am 5. Juli nach beendigter
lüthe und am 4. August zur Zeit der Reife untersucht.

	Schottische Anatgerste.			Jerusalemsgerste.		
	15. Juni. Kil.	5. Juli. Kil.	4. Aug. Kil.	15. Juni. Kil.	5. Juli. Kil.	4. Aug. Kil.
ockensubstanz	1343	3052	4271	1532	3126	6270
che	101	197	205	126	193	275
tickstoff	30	43	56	32	48	72

Die Kapuziner-Erbsen lieferten in demselben Jahre in Hohenheim pr.
ectar:

	15. Juni. Kil.	5. Juli. Kil.	4. Aug. Kil.	27. Aug. Kil.
ockensubstanz	723	2818	6436	7688
che	73	323	537	376
tickstoff	37	147	248	249

inen weiteren interessanten Beitrag zur Lehre von der Erschöpfung des Bo-
ns und zu der Theorie des Fruchtwechsels verdanken wir Lawes und
ilbert in Rothamstead. In der folgenden Tabelle findet man die che-
ische Statistik von drei wirklichen Rotationen; in jeder derselben
stand die Fruchtfolge in schwedischen Rüben (Turnips), Gerste, Klee, Wei-

zen, in allen Fällen wurde der ganze Rohertrag der schwedischen Rüben (Blät-
ter und Wurzeln) vom Lande entfernt. Die Rotation 1 begann ohne Dün-
gung; Rotation 2 begann mit einer Düngung von saurem phosphorsaurem
Kalk allein; Rotation 3 begann mit einer reichlichen Düngung, welche aus
einem Gemenge von Rapskuchen, Ammoniaksalzen, Kali, Natron, Magnesia
und saurem phosphorsaurem Kalke bestand. Auf der Fläche eines Hectars
wurde geerntet:

	1848. Schw. Rüben. Kil.	1849. Gerste. Kil.	1850. Klee. Kil.	1851. Weizen. Kil.
Rotation 1. Schwed. Rüben ungedgt.				
Trockne organische Substanz	2657	4182	4671	4660
Stickstoff	69	56	153	62
Aschenbestandtheile . . .	137	193	450	234
Phosphorsäure	12,4	22,8	33,8	26,6
Kali	36,5	33,8	90,2	36,1
Kalk	20,8	13,6	135,2	12,4
Magnesia	3,6	7,8	38,3	7,8
Kieselsäure	2,2	99,5	13,5	135,9
Rotation 2. Schwedische Rüben mit saurem phosphorsaurem Kalke.				
Trockne organische Substanz .	4261	3035	4806	4949
Stickstoff	106	41	158	65
Aschenbestandtheile . . .	246	139	463	257
Phosphorsäure	22,4	17,3	34,8	28,8
Kali	65,9	24,6	92,8	39,4
Kalk	37,2	9,5	139,1	13,4
Magnesia	6,4	5,7	39,4	8,5
Kieselsäure	4,0	70,5	13,9	148,9
Rotation 3. Schwedische Rüben mit Düngergemenge.				
Trockne organische Substanz .	5383	3531	5577	4882
Stickstoff	150	49	184	64
Aschenbestandtheile . . .	245	157	538	253
Phosphorsäure	21,5	19,2	40,0	27,7
Kali	64,0	27,7	107,7	38,5
Kalk	39,9	10,8	161,5	13,2
Magnesia	6,5	6,5	44,3	8,2
Kieselsäure	4,0	79,7	16,1	147,5

Die in Hohenheim und Möckern erzielten Ernteerträge sind sehr reichlich
ausgefallen, wie sie nur von einem kräftig gedüngten und besonders gut kulti-
virten Boden gewonnen werden; die in Rothamstead erlangten Ernten sind
als mittelgute anzusehen, obgleich die Menge der organischen Trockensubstanz
bei der Gerste und dem Weizen eine verhältnißmäßig niedrige ist. Es ist
jedoch daran zu erinnern, daß Klima und Boden in England der Körner-
bildung bei den Cerealien sehr günstig sind, während die Stroherträge

ıs weit geringer ausfallen als in Deutschland; es ergeben sich daher
mentlich in den Aschenbestandtheilen der englischen und deutschen Getreide-
ten beträchtliche Verschiedenheiten, die jedoch den eigentlichen Charakter der
sammensetzung nicht beeinträchtigen. Die englischen Turnipsrüben scheinen
ch den obigen Analysen stickstoffreicher zu sein, als die bei uns gewöhnlich
gebauten Rübenarten, namentlich die Runkelrüben, während die letzteren
gegen eine ungleich größere Menge von Alkalien dem Boden entziehen als
ersteren.

Aus den obigen Analysen ergibt sich sehr deutlich, daß alle Halmfrüchte
Zeit der Blüthe oder bald nach derselben die größte Menge basischer Mine-
stoffe (Kalkerde und Kali) enthalten, und daß dieselben von dieser
it an bis zur Reife der Frucht, in Folge des Absterbens und der Verwesung
Blätter, theilweise wieder ausgewaschen werden und in den Boden zurück-
ren. Wenn daher vorzugsweise in der Periode zwischen Blüthe und Reife
Halmfrucht eine besonders große Erschöpfung des Bodens beobachtet wird,
kann die Ursache dieser Erschöpfung unmöglich in einer Verarmung des
dens an basischen Mineralstoffen gesucht werden. Eine entschiedene Ge-
chts-Zunahme zwischen Blüthe und Reife bemerkt man nur bei der Kiesel-
ure, Phosphorsäure und dem Stickstoff; die fortdauernde Assimilation von
ohlenstoff in der Pflanze kann hier außer Acht gelassen werden, da
en Erfahrungen zufolge die zur Bildung organischer Substanzen nöthige
hlensäure in der umgebenden Atmosphäre stets in genügender Menge zu-
gen ist und zu jeder Zeit entweder direkt durch die Blätter oder mit der Luft
den Boden bis zu den Wurzeln der Pflanzen eindringend in die letzteren
langen kann. Die Kieselsäure, welche in vorzugsweise großer Menge
n der reifenden Pflanze aufgenommen wird, kann gleichfalls nicht als die
chste Ursache der Erschöpfung des Bodens angesehen werden; denn diese
ubstanz ist in jedem Boden, der nur alkalische Nahrungsstoffe enthält, gleich-
ls in großer Menge zugegen, wie auch die Thatsache beweist, daß eine
ekte Zufuhr von löslicher Kieselsäure zur Erhöhung der Fruchtbarkeit des
dens überall nur wenig oder gar nichts beizutragen vermag. In der Aufnahme
n Phosphorsäure sieht Liebig die Hauptursache, weshalb die Frucht-
rkeit des Bodens bei dem Anbau der Cerealien, namentlich in der Zeit
ischen Blüthe und Reife, so auffallend rasch sich vermindert. Wenn diese
sicht richtig wäre, so müßten fast alle Kulturpflanzen den Boden ziemlich
ichmäßig erschöpfen, da die meisten Gewächse in guten Ernten fast gleich-
l Phosphorsäure enthalten; nur die Hülsenfrüchte und besonders die klee-
tigen Gewächse sind entschieden reicher an Phosphorsäure, sie müßten daher
Boden ganz besonders erschöpfen, während sie bekanntlich im Gegentheil

den Boden bereichern und eine ausgezeichnete Vorfrucht für die Cerealien abgeben. Auch ist keineswegs die Aufnahme von Phosphorsäure zur Zeit der Reife der Halmfrucht eine besonders große und schnelle; sie findet im Gegentheil sehr gleichmäßig statt in allen Perioden der Vegetation.

Als letzter wesentlicher Bestandtheil der Ernte einer Halmfrucht ist noch der Stickstoff zu erwähnen; die Erschöpfung des Bodens an löslichen Stickstoffverbindungen bei der Kultur der Cerealien muß man, wie ich glaube, als die nächste Ursache der Abnahme der Fruchtbarkeit ansehen. Der Stickstoffgehalt einer Halmfruchternte ist in einzelnen Fällen schon zur Zeit der Blüthe ein ebenso großer wie zur Zeit der Reife, nämlich dann, wenn der Boden sehr reich ist an leichtlöslichen Stickstoffverbindungen; es findet dann ein sehr üppiges Wachsthum statt, die Frucht lagert leicht und gewöhnlich kann man von einem solchen Boden ohne weitere Düngung im folgenden Jahre wiederum eine gute Ernte gewinnen. In der Mehrzahl der Fälle aber nimmt die Pflanze von der Blüthe an noch eine größere Menge Stickstoff auf und zwar im Mittel etwa ein Drittel von der ganzen in der reifen Pflanze enthaltenen Quantität. Dieser Stickstoff muß fast ausschließlich dem Boden entzogen sein, weil die Blätter der Halmfrüchte nach der Blüthe sehr bald vertrocknen und absterben und daher der Atmosphäre nicht direkt die Stickstoffnahrung entziehen können; da ferner der Boden von der reifenden Pflanze nicht mehr vollständig beschattet wird, so findet jetzt auch leicht ein Austrocknen statt, damit vielleicht auch eine theilweise Verflüchtigung von Ammoniak oder wenigstens eine verminderte Absorption desselben aus der umgebenden Atmosphäre. Daß endlich überhaupt bei der Kultur der Cerealien ein Verlust des Bodens an löslichen Stickstoffverbindungen die Hauptursache der Abnahme der Fruchtbarkeit ist, dies scheint unwiderlegbar aus der Thatsache sich zu ergeben, daß die ursprüngliche Fruchtbarkeit gewöhnlich durch Zufuhr von löslichen Stickstoffverbindungen wiederhergestellt werden kann und außerdem aus dem Umstande, daß die Blattfrüchte, namentlich die kleeartigen Gewächse, ausgezeichnete Vorfrüchte für die Cerealien abgeben.

Es ist im Vorhergehenden mehrmals von der günstigen Wirkung einer vollständigen Beschattung und Bedeckung des Bodens durch die Blattfrüchte die Rede gewesen; es wird hierdurch die mürbe und lockere Beschaffenheit des Bodens, welche in so hohem Grade das Gedeihen der nachfolgenden Frucht bedingt, zum großen Theile bewirkt. Indem nämlich die üppige Pflanzendecke die Bildung der nächtlichen Thau-Niederschläge begünstigt, womit zugleich eine vermehrte Zufuhr von atmosphärischem Ammoniak stattfindet und andererseits ebenfalls das schnelle Austrocknen des Bodens und damit eine Verflüchtigung von Ammoniak gehindert ist; indem

ferner jene Decke dem Boden Schutz gewährt gegen die nächtliche Wärmeausstrahlung und die brennende Tageshitze, mithin im Boden eine ziemlich constante Temperatur bedingt, so wird dadurch nothwendig auch die Verwesung der organischen Stoffe und die Verwitterung und Lösung mineralischer Verbindungen im Boden beschleunigt, dadurch aber der Boden theils an assimilirbaren Pflanzen-Nahrungsmitteln bereichert, theils durch mechanische Auflockerung verbessert, welche letztere noch vermehrt wird durch die große Masse der leicht verwesenden Rückstände von der Ernte der blattreichen, namentlich kleeartigen Gewächse. Wenn man endlich noch bedenkt, daß durch den dichten vegetabilischen Ueberzug des Bodens die Unkräuter unterdrückt werden und somit eine oft so nothwendige Reinigung des Bodens von schädlichen Gewächsen stattfindet, so wird man wohl dieser Beschattung des Bodens einen großen Antheil an der thatsächlich günstigen Wirkung der Blattfrüchte für das Gedeihen der später kultivirten Pflanzen zugestehen müssen.

Es ist hier der Ort, einige Worte über die sogenannte Gründüngung zu sagen. Wenn wir über das Wachsthum des Klees eine klare Vorstellung gewonnen haben, dann ist auch die Theorie der Gründüngung leicht verständlich; mit dem Unterackern des zweiten Kleeschnitts würde man dem Felde eine volle und sehr wirksame Gründüngung geben. Die Bereicherung des Bodens durch den Anbau des Klees beruht, wie wir wissen, vorzugsweise auf der Fähigkeit dieser Pflanze eine überaus große Menge der zu ihrem üppigen Gedeihen nöthigen Stickstoffnahrung der umgebenden Atmosphäre zu entnehmen, wenn nur im Boden eine hinreichende Quantität von auflöslichen Mineralstoffen, namentlich von Kali zugegen ist; die Ernterückstände enthalten eine größere Menge Stickstoff, als von der Pflanze dem Boden entzogen wurde. Dies ist die Ursache, weshalb fast alle Gewächse, ganz besonders aber die Halmfrüchte, welche einen an löslicher Stickstoffnahrung reichen Boden beanspruchen, nach gut bestandenem Klee vortrefflich gedeihen. Hierzu kommt noch, daß bei der Verwesung der Kleerückstände auch gewisse Mineralstoffe, wie Phosphorsäure und Kali den nachfolgenden Früchten in passender Form dargeboten werden und endlich daß der bis tief in den Untergrund von den zahlreichen Kleewurzeln durchzogene Boden nach deren Fäulniß eine gleichmäßig mürbe und lockere Beschaffenheit annimmt, wie sie durch die sorgfältigste mechanische Bearbeitung nicht herbeigeführt werden kann, dagegen das Gedeihen aller Kulturpflanzen im hohen Grade begünstigt. Der Klee selbst wird jedoch meistens nicht zur Gründüngung benutzt, weil die letztere, im eigentlichen Sinne des Wortes, fast ausschließlich auf einem leichten, sandigen Boden Anwendung findet, wo der Klee nicht gedeiht, da diese Pflanze

zu ihrem Fortkommen einen bindigen, an sich reichen und namentlich kalkhaltigen Lehm- und Thonboden verlangt, also unter solchen Verhältnissen wächst, wo überhaupt selten eine Gründüngung nöthig oder wünschenswerth erscheint. Auf einem sandigen Boden, welcher wenig natürliche Kraft enthält und bei dessen Bewirthschaftung nicht selten Düngermangel eintritt, wird die Gründüngung oft mit Erfolg angewandt, wodurch jedoch meistens die Ernte eines ganzen Jahres geopfert und also der intensive Betrieb der Wirthschaft unmöglich gemacht wird. Die Gründüngung wird fast ausschließlich als eine Beihülfe zum Gedeihen einer nachfolgenden Halmfrucht betrachtet, woraus schon hervorgeht, daß die Hauptursache der Wirkung der ersteren in der Ansammlung der zum Wachsthum der letzteren nöthigen Stickstoffnahrung besteht; die Pflanzen, welche man zur Gründüngung verwendet, müssen daher die Fähigkeit haben, ihre Stickstoffnahrung der Atmosphäre zu entziehen. Diese Fähigkeit besitzen, wie ich oben nachgewiesen habe, ganz besonders die Hülsen- oder Blattfrüchte, in geringerem Grade aber alle Pflanzen in der Periode des Schossens oder nach der Entwickelung der ersten Blätter bis zur Blüthe, während in der späteren Vegetationsperiode nach der Blüthe, selbst bei den Hülsenfrüchten, ein größerer oder geringerer Theil der Stickstoffnahrung dem Boden entzogen, der letztere also, anstatt bereichert, erschöpft wird. Es müssen daher alle zur Gründüngung verwendeten Pflanzen zur Zeit ihrer üppigsten Vegetation, kurz nach dem Eintritt der Blüthe untergeackert werden. Zur Gründüngung sind alle Pflanzen geeignet, welche auf einem armen sandigen Boden eine möglichst große Masse an vegetabilischer Substanz erzeugen, z. B. Spergel, Buchweizen, selbst Roggen, vor allen anderen Gewächsen aber die weiße und gelbe Lupine. Die zuletzt genannte Pflanze hat alle Eigenschaften, welche sie für die Gründüngung vorzüglich passend erscheinen lassen; sie kommt gut fort auf einem sandigen Boden, nur darf derselbe nicht ganz ausgesogen sein; die Lupine bildet ferner eine kräftige Wurzel, welche die mineralischen Nahrungsstoffe aus allen Schichten der Ackerkrume und des Untergrundes sammelt und den oberen Theilen der Pflanze zuführt, die Blätter sind zahlreich und saugen die in der Atmosphäre verbreiteten Nahrungsstoffe begierig ein, sie beschatten den Boden vollständig, verhindern daher das Austrocknen des letzteren und befördern dagegen die Verwesung und Verwitterung der in demselben enthaltenen Stoffe; durch das Unterackern einer großen Masse an vegetabilischer Substanz wird der Humusgehalt, folglich die absorbirende und zurückhaltende Kraft des Bodens gegen Feuchtigkeit, Wärme und die pflanzenernährenden Luftarten vermehrt und zugleich direkt eine beträchtliche Menge an Nahrungsstoffen in passender Form der nachfolgenden Kulturpflanze dargeboten; der Acker wird also durch

die Gründüngung in mechanischer wie in chemischer Hinsicht im hohen Grade verbessert.

Nur in seltenen Fällen wird man die eigentliche Gründüngung unter besseren, die intensive Kultur begünstigenden Bodenverhältnissen, auf einem guten Lehm= oder fruchtbaren Thonboden als zweckmäßig und vortheilhaft ansehen können. So wird in einigen Gegenden die Futterwicke als Gründüngung mit Erfolg benutzt, um den Boden für die nachfolgende Zuckerrübe in einen geeigneten Zustand zu versetzen. Theoretisch erscheint ein derartiges Verfahren durchaus gerechtfertigt. Die Wickenpflanze sammelt und concentrirt in sich die in der Atmosphäre und im Boden enthaltene Pflanzennahrung, sie gedeiht vor allen anderen ähnlich sich verhaltenden Gewächsen vorzüglich auf einem bindigen Thonboden; mit dem Unterackern der ganzen erzeugten vegetabilischen Masse wird der Zuckerrübe ein passender, nicht zu hitzig wirkender Dünger zugeführt, während zugleich auch darauf Gewicht zu legen ist, daß durch das Mittel der Gründüngung und der vorausgehenden Kultur der betreffenden Pflanze der Boden in jenen mürben, lockeren, gahren Zustand versetzt wird, welcher letztere namentlich auf sehr bindigen Bodenarten das Wachsthum der rübenartigen Pflanzen sehr beträchtlich fördert. Endlich ist noch zu bemerken, daß bei der Verwesung der vegetabilischen Düngmasse im Boden eine reichliche Quelle von freier Kohlensäure gebildet wird, welcher Umstand, wie oben nachgewiesen wurde, ebenfalls zur Gewinnung einer guten Rübenernte mitwirkt. Ob aber alle diese Vortheile unter den angedeuteten Bodenverhältnissen nicht zu theuer erkauft sind und ob sie nicht auf andere Weise leichter und zweckmäßiger bewirkt werden können, diese Frage haben wir hier nicht zu untersuchen, die Beantwortung derselben muß an den betreffenden Orten aus den Resultaten direkter Versuche sich ergeben.

IV. Theorie der Fruchtfolge oder Wechselwirthschaft.

Die früher allgemein verbreitete, namentlich von Brugmanns, Decandolle, Macaire u. A. vertheidigte Ansicht, daß die Pflanzen durch die Wurzeln gewisse Stoffe absonderten, welche den Excrementen der Thiere zu vergleichen wären und bewirkten, daß zwar verschiedene Gewächse nach einander, nicht aber fortwährend eine und dieselbe Pflanze auf demselben Felde angebaut werden könnte, — diese Ansicht ist gegenwärtig als unrichtig erkannt und verdient daher keine nähere Erörterung. Ebensowenig kann man die alleinige Ursache der für die Erträge vortheilhaften Wirkung eines zweckmäßigen Fruchtwechsels in dem abweichenden Bau der Wurzel bei den verschiedenen Pflanzen oder in dem Umstande sehen wollen, daß die letzteren

gleichsam abwechselnd die oberen oder unteren Schichten der Ackerkrume
des Untergrundes erschöpfen, je nachdem die Wurzeln vorzugsweise in
Tiefe hinabsteigen oder nahe an der Oberfläche des Bodens sich ausbrei
Neuere Beobachtungen haben bewiesen, daß unter günstigen Verhältni
auch die Halmfrüchte, gleichwie die blattreichen Futterkräuter, mit i
Wurzeln 2 bis 3 Fuß tief in den Boden eindringen, womit jedoch keines
geläugnet werden kann und soll, daß die grasartigen Getreidepflanzen h
sichtlich ihrer Ernährung ganz besonders an die humushaltige und stick
reiche Ackerkrume angewiesen sind und deshalb auch in derselben eine
größere Menge ihrer Wurzeln ausbreiten, als die sogenannten Blattfrüc
welche aus dem Untergrunde einen beträchtlichen Theil ihrer Nahr
schöpfen, wenn die letztere daselbst in einer passenden Form zugegen ist.
wissen jetzt, daß der Vortheil einer richtigen Fruchtfolge bei dem ration
und intensiven Betriebe der Landwirthschaft nicht durch eine einzige Ursa
bedingt ist, sondern daß, wie fast überall in der Natur, so auch in diesem F
viele verschiedene Ursachen zusammenwirken, um eine einzelne Erscheinu
jene erfahrungsmäßig feststehende Thatsache zu begründen. Es ist völlig
daß die Ursachen des guten Gedeihens der Früchte bei dem wechselnden A
bau derselben theils in dem chemischen, theils in dem physikalischen Zusta
des Bodens zu suchen sind. Die chemische Beschaffenheit des Bodens
dessen Gehalt an solchen pflanzenernährenden Stoffen, welche das Wachsth
der einen oder anderen Fruchtgattung vorzugsweise begünstigen, hat berei
im vorhergehenden Kapitel eine ausführliche Besprechung gefunden; di
chemischen Ursachen, welche die Nothwendigkeit eines zweckmäßigen Frucht-
wechsels herbeiführen, sind gegeben in der Theorie der Erschöpfung des
Bodens durch die Kultur. Indem ich daher auf das Vorhergehende verweise,
deute ich hier die chemischen Beziehungen des Bodens zur Theorie der Wechsel-
wirthschaft nur mit wenigen Worten an.

Die Hauptursache, weshalb der Wechsel im Anbau der Kulturpflanzen
so überaus vortheilhaft ist, liegt in der Eigenthümlichkeit der letzteren, die zu
ihrem Gedeihen erforderliche S t i c k s t o f f n a h r u n g im höheren oder gerin-
geren Grade entweder dem Boden oder, sei es direkt oder indirekt, der umge-
benden Atmosphäre zu entziehen. Diejenige Fruchtfolge muß unter den
gewöhnlichen Verhältnissen des Ackerbaues entschieden die vortheilhafteste
sein, welche unter A u f w e n d u n g d e r g e r i n g s t e n D ü n g e r m e n g e
d i e g r ö ß t e Q u a n t i t ä t a n s o l c h e n v e g e t a b i l i s c h e n S t o f f e n
e r z e u g t, d i e z u r E r n ä h r u n g u n d E r h a l t u n g d e s t h i e r i s c h e n
O r g a n i s m u s v e r w e n d e t w e r d e n k ö n n e n. Es ist im vorher-
gehenden Kapitel nachgewiesen worden, daß die körnertragenden Halmfrüchte

rzugsweise im Boden eine passende Stickstoffnahrung verlangen, daß dage-
n die blattreichen Futterkräuter, besonders die kleeartigen Gewächse in dieser
nsicht die geringsten Ansprüche an den Boden machen, während die soge-
nnten Hackfrüchte zwischen jenen beiden Extremen so ziemlich die Mitte
lten. Wenn man daher reine Dreifelderwirthschaft treibt, nämlich ein
ihr lang das Feld in voller Brache unter gleichzeitiger Düngung liegen läßt
id dann zwei hintereinanderfolgende Jahre Halmfrüchte anbaut; so werden
Ernten der letzteren im Allgemeinen nicht mehr Stickstoff enthalten, als
an mit dem Dünger in den Boden hineinbrachte; sobald man aber anstatt
r schwarzen Brache die sogenannte grüne Brache anwendet oder das Feld
it Klee bestellt, so gewinnt man hierdurch eine große und werthvolle
ittermasse, deren Stickstoffgehalt fast ausschließlich aus der Atmo-
häre stammt; außerdem bilden die im Boden bleibenden Rückstände des
lee's einen passenden Dünger für die nachfolgende Halmfrucht, welche jetzt
eich stark wie früher die reine Brache gedüngt, eine bessere Ernte gewährt.
n den meisten Fällen wird jedoch der Zweck der Kultur, nämlich mit den
ringsten Kosten die größten Ernten zu gewinnen, noch sicherer erreicht, wenn
i die Stelle der reinen Brache der Anbau einer Hackfrucht tritt, welche letztere
ich in mechanischer Hinsicht alle Vortheile der reinen Brache darbietet,
igleich aber auch die Anwendung des Düngers im hohen Grade lohnt, die
ertheilung desselben im Boden und die innige Vermischung mit der Acker-
ume begünstigt und auf solche Weise den Acker vorbereitet, im nächsten Jahre
ne reichliche Ernte an Getreidekörnern zu tragen. Boussingault hat
B. durch direkte Versuche und auf chemischen Analysen beruhende Berech-
ungen nachgewiesen, daß bei der reinen Dreifelderwirthschaft, als in 3 Jah-
n 83 Kil. Stickstoff mit dem Dünger der Fläche eines Hectar zugeführt
urden, die gewonnenen Ernten nur 87 Kil., also kaum mehr enthielten; da
un stets mit den Körnern der Getreidearten ein nicht unbedeutender Theil
es Stickstoffes aus der Wirthschaft fortgeführt wird, so kann die letztere
nmöglich bestehen, wenn nicht durch die Gegenwart großer Wiesenflächen
der durch direkten Ankauf von Futterstoffen oder Düngmitteln für jenen
erlust an Stickstoff ein genügender Ersatz dem Boden gewährt wird. Ganz
nders verhält es sich aber, wenn man die reine Brache abschafft, dagegen
ackfrüchte (Kartoffeln, Kraut, Rüben ꝛc.) und Blattfrüchte (Klee, Luzerne,
isparsette, Erbsen, Wicken ꝛc.) in passender Weise zwischen die Halmfrüchte
nschiebt; es wird in diesem Falle die in der Atmosphäre dargebotene uner-
höpfliche Quelle an pflanzenernährenden Stoffen reichlich in Anspruch
enommen und man gewinnt auf solche Weise weit größere und weit werth-
ollere Ernten. Eine im Elsaß sehr gewöhnliche Fruchtfolge ist nach Bous-

singault die folgende: 1. Kartoffeln (oder Runkelrüben), reichlich gedüngt, 2. Weizen, 3. Klee, 4. Weizen (nebst Stoppelrüben) und 5. Hafer; der hierzu aufgewendete Dünger enthält 203 Kil. Stickstoff pro Hectar, die Gesammternte dagegen in 5 Jahren 251 Kil., woraus also ein Ueberschuß von 48 Kil. sich ergibt, welchen die atmosphärische Luft zum größten Theil geliefert hat. Noch lohnender offenbar hat sich die von Schwerz in Hohenheim eingeführte 6jährige Fruchtfolge herausgestellt; 1. Kartoffeln gedüngt, 2. Weizen, 3. Klee, 4. Weizen (nebst Stoppelrüben), 5. Erbsen gedüngt und 6. Roggen; der Dünger enthielt hierbei 244 Kil. Stickstoff pro Hectar, die Gesammternte dagegen 354 Kil., also einen Ueberschuß von 110 Kil. pro Hectar. Wo die Bodenbeschaffenheit und klimatischen Verhältnisse die Aufnahme der Luzerne in die Fruchtfolge gestatten, kann man mit Hülfe dieser Pflanze, welche viele Jahre hintereinander reichliche Ernteerträge liefert, die größte Menge der in der Atmosphäre verbreiteten Stickstoffnahrung durch die vegetabilische Substanz binden und also in eine zur Erhaltung des thierischen Organismus verwendbare Form überführen. Die Luzerne lieferte, nach Crud's Beobachtungen in 5 Jahren und der darauf im 6. Jahre folgende Weizen eine Erntemasse, welche in Summa nicht weniger als 1078 Kil. Stickstoff pro Hectar enthielt, während mit dem aufgebrachten Dünger nur 224 Kil. Stickstoff dem Boden zugeführt worden waren, die Ernte also einen Ueberschuß von 854 Kil., mithin pro Jahr und Hectar von 142 Kil. ergab. Man sieht, daß bei derartigen Fruchtfolgen eine bedeutende Ausfuhr an Getreide und Vieh aus der betreffenden Wirthschaft stattfinden kann, ohne daß man befürchten müßte, hierdurch dem Acker Kraft und Pflanzennahrung zu entziehen; denn die zurückbleibenden und als Viehfutter benutzten Wurzeln, Blätter, Stengel ꝛc. werden völlig ausreichen, um als Dünger dem Boden wieder die erforderliche Menge an Stickstoffnahrung zuzuführen, auch wenn die vorhandenen Wiesenflächen einen nur geringen Umfang haben sollten. Daß aber der chemisch gebundene Stickstoff den Hauptwerth des Düngers bedingt, ist eine Thatsache, für deren Wahrheit in diesem Werke vielfache und genügende Beweise geliefert worden sind.

Wenn auch das Verhalten der Kulturpflanzen gegen die theils in der Atmosphäre, theils im Boden verbreitete Stickstoffnahrung bei Erörterungen über die Theorie der Fruchtfolge zunächst und vorzugsweise in Erwägung zu ziehen ist, so sind doch auch die beiden anderen in landwirthschaftlicher Hinsicht wichtigen Stoffe, nämlich die Phosphorsäure und das Kali keineswegs gänzlich außer Acht zu lassen. Die Phosphorsäure muß in passender und löslicher Form und in reichlicher Menge im Boden zugegen sein, wenn die Wurzelfrüchte, besonders die Rüben, zu einer üppigen Entwickelung gelan-

gen sollen, während das Kali für das Gedeihen der blattreichen Futterkräuter eine hohe Bedeutung gewinnt. Ebenso wenig, wie man bei dem ausschließlichen Anbau der Halmfrüchte lohnende Ernten erzielt, weil die hierzu vorzugsweise im Boden nöthige Stickstoffnahrung sehr bald fehlen würde, ebenso wenig kann man eine Hack- oder Blattfrucht fortwährend auf demselben Felde mit Erfolg kultiviren oder auch die Kultur zu häufig wiederholen, weil in diesem Falle der Gehalt des Bodens an löslicher Phosphorsäure und an Kali nur wenige Jahre ausreichen und überhaupt eine große Verschwendung an Düngmaterialien stattfinden würde, welche im Wechsel der Kultur vollständig ausgenutzt, ohne Wechsel aber nur zum kleineren Theile verwerthet werden können. Wenn es nach den früher angestellten Erörterungen keinem Zweifel unterliegt, daß man das Wachsthum des Klees und anderer Futterkräuter und Blattfrüchte im hohen Grade durch mineralische Düngmittel zu fördern im Stande ist, so ist hiermit auch eine Methode angedeutet, wie man mit alleiniger Anwendung von Mineraldünger, ohne direkte Zufuhr von stickstoffhaltigen Substanzen, von dem Acker erträgliche, unter Umständen sogar gute Ernten von Halmfrüchten erzielen kann. Man muß in diesem Falle einer jeden Halmfrucht eine passende Blattfrucht vorausgehen lassen, zu dieser mit auflöslichen Kali- und phosphorsauren Verbindungen düngen, die blattreichen Pflanzen in der Blüthe entweder abhauen und die Ernte verfüttern oder auch sofort als volle Gründüngung unterackern. So glaube ich, daß ein Feld bei dem Verkauf aller Ernteprodukte dennoch auf ziemlich gleicher Höhe der Ertragsfähigkeit sich erhalten würde, wenn man die folgende Fruchtfolge und Behandlungsweise einführte, wobei vorausgesetzt wird, daß der Boden an sich kleefähig ist und eine lehmige oder thonige Beschaffenheit besitzt: 1. Klee, mit Holzasche reichlich überdüngt, der zweite Schnitt untergeackert, 2. Winterweizen oder Roggen, 3. Futterwicke, zur Saat mit Holzasche, vielleicht auch nur mit Kalk gedüngt und nach erreichter Blüthe als volle Gründüngung untergeackert, 4. Kartoffeln oder Rüben, mit in Schwefelsäure gelöster Knochenasche gedüngt und 5. Hafer, mit eingesäetem Klee. Bei mehr sandiger Bodenbeschaffenheit möchte eine ganz ähnliche Fruchtfolge und Düngungsweise zu beobachten sein: 1. Lupinen als Gründüngung, 2. Winterroggen, 3. Weißklee oder Sandluzerne (Medicago media), 4. Kartoffeln und 5. Hafer. Insofern die Blattfrüchte durch mineralische Düngmittel in ihrem Wachsthum bedeutend gefördert und also auch befähigt werden, eine größere Menge der Stickstoffnahrung der umgebenden Atmosphäre direkt oder indirekt zu entziehen, welcher Stickstoff entweder mit den Ernterückständen oder auch durch das Unterackern der ganzen bei dem Anbau der Blattfrucht gewonnenen vegetabilischen Substanz dem Boden und daher der nachfolgen-

den Halmfrucht zu Gute kommt, in diesem Sinne kann man allerdings behaupten, daß die ausschließliche Mineraldüngung auch das Gedeihen der Halmfrüchte begünstigt, daß also auch die letzteren mit Erfolg kultivirt werden können, ohne daß man dem Boden organischen Dünger, humusbildende und stickstoffhaltige Substanzen direkt zuführt. Es ist kaum nöthig daran zu erinnern, daß die so eben angedeutete Art der Bewirthschaftung eines Landguts nur höchst selten in der Wirklichkeit vorkommen wird, daß bei der Anwendung jener Fruchtfolge wenigstens nicht von einer intensiven Landwirthschaft die Rede sein kann, schon weil die Gründüngung einen beträchtlichen und werthvollen Theil der Ernte in Anspruch nimmt, die letztere also nicht vollständig zur Ernährung und Erhaltung des thierischen Organismus benutzt werden kann. Ich habe nur auf diese Verhältnisse hinweisen wollen, um zu zeigen, wie man auch ohne Anwendung von organischem und stickstoffhaltigem Dünger die Erschöpfung des Bodens zu verhindern im Stande ist; man kann sogar noch einen Schritt weiter gehen und behaupten, daß ein Boden von lehmiger, also von einer günstigen physikalischen Beschaffenheit viele Jahre hindurch noch erträgliche Ernten gewährt, auch wenn keine Spur von irgend einem Düngmittel von Außen her zugeführt wird. Dies würde nämlich dann der Fall sein, wenn man die Mineraldüngung durch eine volle schwarze Brache ersetzte, hierdurch im Boden selbst die Lösung der mineralischen Pflanzennahrung beförderte und dann gleichzeitig eine schonende Fruchtfolge einführte.

Bei dem intensiven Betrieb des Ackerbaues verlangt man reichliche Ernten vom Acker, jährlich eine große Quantität menschlicher Nahrungsmittel und von Viehfutter; reichliche, ununterbrochene Ernten sind aber nur zu gewinnen, wenn reichlich mit kräftigen, d. h. möglichst stickstoffhaltigen Düngmitteln gedüngt wird. Je größere Mengen guten Düngers einer Wirthschaft zu Gebote stehen, desto weniger sparsam braucht man damit umzugehen, desto mehr bodenerschöpfende und stark angreifende Pflanzen kann man in die Fruchtfolge aufnehmen, desto freier kann die letztere sich gestalten, desto weniger braucht man sich an die Grundsätze einer rationellen Bewirthschaftung zu binden, welche in dem vorliegenden Werke eine nähere Erörterung gefunden haben. Aber wohl kaum irgendwo in Deutschland möchte ein größerer Landstrich, kaum irgend ein größeres Landgut aufzufinden sein, wo in der That ein solcher Ueberfluß an Dünger vorhanden wäre, daß die Vortheile einer richtigen Fruchtfolge nicht mehr nachgewiesen werden könnten. Fast überall wird über Düngermangel geklagt, überall muß das Bestreben vorherrschen, den vorhandenen Dünger gerade so zu verwenden, daß die größte und sicherste Wirkung von demselben erzielt wird. Die Frage nach der zweckmäßigsten

Anwendung des Düngers fällt größtentheils zusammen mit der Frage, **mit welcher Frucht man die Rotation der Kulturpflanzen beginnen, zu welcher Frucht man also den Hauptdünger anwenden muß.** Als Regel wird betrachtet, daß man nur zu einer Frucht düngen darf, welche unter den vorhandenen Boden- und klimatischen Verhältnissen sicher gedeiht; diese Regel ist unbestritten richtig, aber auch so weit gefaßt, daß wir versuchen müssen, auf die hier gestellte Frage eine bestimmtere Antwort zu geben. Von dem rein wissenschaftlichen, besonders chemischen Standpunkte aus ist jedenfalls die Behauptung zu rechtfertigen, daß man zu einer solchen Frucht düngen muß, deren Wachsthum ziemlich gleichmäßig durch die Zufuhr der drei wichtigsten Düngerbestandtheile (Stickstoff, Phosphorsäure und Kali) gefördert wird, zu einer Pflanze, welche nicht leicht der Gefahr des Lagerns ausgesetzt ist, deren Kultur eine gleichmäßige Vertheilung des Düngers im Boden gestattet, eine wesentliche Verflüchtigung desselben verhindert, deren Gedeihen durch eine mechanische Auflockerung der Ackerkrume und endlich durch die namentlich im ersten Jahre der Düngung im Boden sich erzeugende reichliche Menge der Kohlensäure bedingt oder gesichert ist. Fast alle diese Vortheile gewähren die Hackfrüchte (Kartoffeln, Kraut, Rüben ꝛc.), demnächst die Oelfrüchte (Raps und Rübsen), namentlich wenn dieselben gedrillt werden, und endlich die Gemengfutterarten (Wicken und Hafer, Erbsen, Wicken und Hafer ꝛc.), welche grün abgemäht werden und dann vortreffliche Vorfrüchte bilden für das Wintergetreide. Nicht selten wird auch zu der Winterhalmfrucht gedüngt und dieses muß geschehen, wenn der Boden zu erschöpft ist, um noch eine gute Ernte zu liefern und die Fruchtfolge die Einschaltung einer Hackfrucht nicht gestattet oder wenn man die Anwendung des frischen Düngers bei der Kultur der Kartoffeln und Zuckerrüben vermeiden, die genannten Früchte dagegen im zweiten Jahr der Düngung anbauen will.

Die günstige Wirkung einer richtigen Fruchtfolge erklärt sich nicht allein aus dem abweichenden Verhalten der Kulturpflanzen gegen die im Boden oder in der Atmosphäre vorhandenen Nahrungsstoffe; es ist im hohen Grade auch darauf Gewicht zu legen, daß der Boden, um die relativ höchsten Erträge von demselben zu gewinnen, stets eine passende physikalische Beschaffenheit, einen gewissen Grad der Auflockerung besitzen und außerdem gänzlich frei von allen Unkräutern sein muß. Wenn bei der intensiven Kultur des Ackers die reine schwarze Brache vollständig verschwindet, so muß auf andere Weise für die Reinigung und zeitweise Auflockerung des Bodens Sorge getragen werden; es geschieht dies durch den Anbau der Hackfrüchte, bei gleichzeitiger Anwendung des frischen Stalldüngers.

Ein näheres Eingehen auf die Vortheile, welche einzelne bestimmte

Fruchtfolgen dem Landwirthe darbieten, liegt nicht in dem Plane dieses Werkes; ich würde damit das Gebiet der reinen Praxis, der landwirthschaftlichen Betriebslehre betreten. Nur die allgemeinen Grundzüge der rationellen, auf der sicheren Basis der Naturkunde sich stützenden Landwirthschaft, namentlich bei dem intensiven Betriebe der letzteren, sind im Vorhergehenden entwickelt worden und sollen hier nochmals, als das Resultat aller bisher angestellten Versuche, Untersuchungen und Erörterungen, in der Kürze wiederholt werden.

Die erste Bedingung eines lohnenden Ackerbaues ist eine passende physikalische und chemische Beschaffenheit des Bodens. Der Boden muß reich, warm und thätig, die Ackerkrume hinreichend tief und locker sein und also den befruchtenden Gasen der atmosphärischen Luft einen freien Zutritt gewähren. Wo ein Uebermaß von Feuchtigkeit und namentlich stockende Nässe im Boden sich vorfindet, da muß dieser vor allen Dingen bis zur nöthigen Tiefe entwässert und die günstigen Wirkungen der Drainage durch die Vertiefung der Ackerkrume und Auflockerung des Untergrundes, durch eine reichliche, so wie passende Düngung erhöht werden. Auf die Reinigung der Ackerkrume von allen Unkräutern und auf die Erzielung eines gleichmäßig gepulverten Zustandes und überhaupt einer völlig gleichartigen chemischen wie physikalischen Beschaffenheit des Bodens hat man die größte Sorgfalt zu verwenden und zu diesem Zwecke, wie auch um den vorhandenen Dünger durch die Kultur möglichst vollständig auszunutzen, ist die Einführung einer geregelten, den Verhältnissen angemessenen Fruchtfolge durchaus nothwendig. Der Hauptgrundsatz, welchen man bei der Wahl eines passenden Fruchtwechsels zu beobachten hat, besteht darin, daß man Hack-, Blatt- und Halmfrüchte stets im Wechsel mit einander anbaut und zwar am passendsten in der Weise, daß der Turnus mit einer Hackfrucht (oder Oelfrucht) beginnt, dann eine Halmfrucht, hierauf eine Blattfrucht, im vierten Jahre wieder eine Halmfrucht folgt, im fünften Jahre aber die Hackfrucht wiederkehrt. Durch einen wechselnden Anbau von verschiedenen Arten der Kulturpflanzen einer und derselben Gruppe wird eine größere Mannichfaltigkeit in das ganze System hineingebracht, zu gleicher Zeit der Boden weniger erschöpft und die einzelnen Früchte selbst, je nach ihren früher erwähnten Eigenthümlichkeiten, der physikalischen Beschaffenheit und dem größeren oder geringeren Kraftzustande des betreffenden Bodens angepaßt. Der Hauptdünger (Stallmist) wird durchschnittlich alle 3 oder 4 Jahre in der nöthigen Quantität (etwa 40000 Kil. pro Hectar) angewandt, außerdem aber die fruchtbarmachende Wirkung desselben zu jeder einzelnen Frucht durch gewisse Beidünger, durch schnell wirkende und concentrirte Düngmittel sehr wesentlich erhöht, welche letzteren nach der betreffenden Furchtgattung, deren Wachsthum sie unter-